Aus der Chirurgischen Klinik der Charité zu Berlin
Direktor: Geheimrat Prof. Dr. F. Sauerbruch
und der Psychiatrischen und Nervenklinik der Charité zu Berlin
Direktor: Prof. Dr. K. Bonhoeffer

Naht und Resektion verletzter Nerven unter besonderer Berücksichtigung der an der Chir. Universitätsklinik der Charité erzielten Ergebnisse

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin

vorgelegt von

KARL-HEINZ JOST

aus Berlin

Tag der Promotion: 29. Juli 1940

Buchdruckerei Franz Linke, Berlin NW 7, Marienstr. 13

M 176

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz

Referent: Dr. Frh. v. Danckelmann

Korreferent: Prof. Dr. P. Gohrbandt

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

I. Die Aetiologie der Nervenverletzungen.

Nervenverletzungen peripherer Nerven haben erst durch die letzten Kriege und die Fortschritte der operativen Medizin größere Bedeutung erlangt. Besonders im Weltkrieg konnten zahlreiche Erfahrungen gesammelt werden, die jetzt im Frieden derartigen Verletzungen zugute kommen. Statistische Zählungen über die Häufigkeit des Vorkommens von Nervenverletzungen im Kriege sind verschiedentlich aufgestellt worden, jedoch sind diese meist sehr ungenau und weichen stark voneinander ab. Nach Franz liegen von deutscher Seite nur Einzelstatistiken von Schußverletzungen der peripheren Nerven mit 1,5 bis 4 Proz. vor. Nach einem englischen Sanitätsbericht wird ihr Vorkommen auf 20 Proz. aller ernsteren Schußverletzungen, nach einem amerikanischen auf 2 Proz. und nach einem französischen auf 1,2 Proz. geschätzt. Einzelne Angaben über die Häufigkeit der Nervenverletzungen im Kriege liegen aus dem Jahre 1914 von Lewandowsky mit 1,5 Proz., Gerulanos und Hezel mit 1—2 Proz. und Finkelnburg mit 2—2,5 Proz. vor. Marburg fand an der Eiselsbergschen Klinik im Jahre 1916 unter 8000 Kriegsverletzten 320 Nervenverletzungen, also 4 Proz., wobei zu bedenken ist, daß nur die schwersten Fälle zur Operation gelangten. Somit dürfte die absolute Zahl noch höher liegen.

Die Hauptrolle spielen im Kriege die Schußverletzungen. Foerster sah gegenüber 3907 Schußverletzungen nur 56 Verletzungen anderer Genese. Bei letzteren handelte es sich um solche durch Hieb, Stich oder stumpfe Gewalt. Unter den Schußverletzungen stehen die durch Infanterie- und Maschinengewehre an erster Stelle, dann kommen die Artillerieverletzungen durch Schrapnells, Granat- und Minensplitter. Das liegt einmal daran, daß die Durchschlagskraft der Artilleriegeschosse geringer ist, und somit der Nerv leichter ausweichen kann. Außerdem zwingen schwere Artillerieverletzungen meist zur Amputation. Auf der anderen Seite begünstigt nach Stromeyer der starke Seitendruck bei Verletzungen durch Infanteriegeschosse das Zustandekommen von sog. Fernschädigungen.

Nervenverletzungen durch Schnitt oder Stich sind in den Kriegen von heute seltener geworden, da in der modernen Kriegsführung kaum noch von Hieb- und Stichwaffen Gebrauch gemacht wird. Diese Verletzungen sind dagegen im Frieden überwiegend, und zwar als Folgen von Messerstechereien, Fall in Glasscherben und bei Suicidversuchen.

Verletzungen durch stumpfe Gewalt erfolgen im Kriege durch Kolbenhiebe und stumpfe Geschoßteile, in Krieg und Frieden durch Steinschlag, herabfallende Gegenstände und Sturz. Bei diesen kommt es gewöhnlich zu keiner oder nur zu einer unbedeutenden Wunde. Hierher gehören auch die Verletzungen durch Druck, bei dem es sich nicht um ein einmaliges und plötzliches, sondern um ein längere Zeit anhaltendes Einwirken einer Gewalt handelt. Dies ist bei Schlafdrucklähmungen, Narkoselähmungen und Lähmungen nach Leuchtgasvergiftungen der Fall. Bei letzterer spielt außerdem, wie bei den Drucklähmungen der Alkoholiker, das toxische Moment eine große Rolle. Auch Tuberkulöse sind infolge der latenten toxischen Schädigung der Nerven besonders gefährdet. Bei diesen kommt es häufig zu Schlauchlähmungen, z. B. nach Exstirpation tuberkulöser Hygrome. Druck kann weiterhin ausgeübt werden durch Gewebsteile des Körpers selbst (Callus, Aneurysmen, Abszesse) oder durch eingedrungene Fremdkörper.

Nicht selten sind die Nervenverletzungen durch Zerrung, z. B. die Geburtslähmungen der Neugeborenen. Diese werden durch eine Ueberdehnung des Plexus während des Geburtsaktes, durch Pressung des Kindes gegen die Beckenwand der Mutter oder durch geburtshilfliche operative Maßnahmen verursacht.

Auch bei der Mutter werden gelegentlich Entbindungslähmungen in Form von Peroneuslähmungen durch Druck des kindlichen Kopfes oder der Zange auf den Plexus lumbosacralis beobachtet.

Zu nennen sind weiterhin die Spätlähmungen, die noch Jahre nach einer Fraktur, insbesondere beim Nervus ulnaris, nach Fraktur des Condyl. ext., auftreten können. Auch Spätlähmungen des Nervus medianus sind nach Abbot, De Ray und Saunders gelegentlich beobachtet worden.

Eine besondere Gruppe sind die operativen Nervenverletzungen, z. B. die des Nervus facialis bei Operationen am Ohr.

Die Verletzungen der peripheren Nerven führen zur Verschlechterung oder Unterbrechung des Leitungsvermögens, so daß die Nervenfunktionen (Motilität, Sensibilität, Reflexerregbarkeit, vasomotorische, trophische oder sekretorische Ein-

flüsse) mehr oder weniger aufgehoben sind. Der Grad der Störung hängt im wesentlichen von dem Umfang der Schädigung der Nervenfaser ab. Je schwerer diese geschädigt ist, um so umfangreicher und hochgradiger sind die Störungserscheinungen.

Was die Art der Nervenverletzungen anbelangt, so ist zunächst einmal generell zwischen primären und sekundären Nervenschädigungen zu unterscheiden. Die primären finden im Augenblick der Verletzung statt, die sekundären entstehen meist durch allmählich wachsenden Druck, und zwar häufig im Verlauf langandauernder Eiterungen. Hierbei wird der Nerv von dem immer fester werdenden Narbengewebe eingemauert. Da der gesunde Nerv im Gegensatz zum kranken oder geschädigten gegen Eiterungen sehr widerstandsfähig ist, sind die sekundären Nervenschädigungen im allgemeinen günstiger zu bewerten. Die intakte Nervensubstanz vermag lange Zeit dem allmählich wachsenden Druck standzuhalten und sich, falls rechtzeitig operativ eingegriffen wird, bald wieder zu erholen.

Weiterhin gibt es direkte und indirekte Verletzungen der peripheren Nerven. Während der Nerv bei der direkten Verletzung direkt getroffen, hierbei gezerrt, gequetscht, teilweise oder völlig zerrissen wird, handelt es sich bei der indirekten Nervenverletzung um eine Fernwirkung. Die Verletzung des Nerven erfolgt in diesen Fällen durch einen Gewebsbestandteil der Umgebung, durch einen auf den Nerven drückenden Fremdkörper oder durch pathologische Prozesse, z. B. Entzündungen, die sich in der Umgebung des Nerven abspielen und auf diesen einwirken. Es liegt in der Natur der indirekten Nervenverletzung, daß die Schädigung erst später entsteht oder nach vorübergehender Besserung wieder zunimmt.

II. Pathologische Anatomie der Nervenverletzungen.

Makroskopisch lassen sich die Verletzungen der peripheren Nerven in komplette Durchtrennung, partielle Durchtrennung, Nervennarbe und Nervenumklammerung einteilen. Wexberg fand unter 138 Operierten seines Kriegsmaterials 25 = 18,1 Proz. komplette und 7 = 5,1 Proz. partielle Durchtrennungen, 64 = 46,4 Proz. Nervennarben, 42 = 30,4 Proz. Umklammerungen (auch durch Calluskompression).

Das anatomische Bild der kompletten Nervendurchtrennung zeigt eine totale Kontinuitätsunterbrechung, gelegentlich einige

Wochen nach der Verletzung eine mehr oder weniger große Dislokation der Stumpfenden. Die Lage der Stümpfe zueinander wird durch die Mechanik der Verletzung und durch die Stellung der Extremität im Augenblick der Verletzung bedingt. Wird der Nerv unter starker Spannung getroffen, schnellen die Stumpfenden weit auseinander, falls nicht der Nerv an der Verletzungsstelle dem umgebenden Gewebe anhaftet. Wird er von lockerem Bindegewebe umgeben, zerreißt dieses durch die Kraft der auseinanderschnellenden Enden. Die Dislokation kann „ad longitudinem" und „ad latus" erfolgen. Auch durch die Bewegungen der Extremität werden die Nervenenden gelegentlich so weit auseinander verschoben, daß es bei der Operation nur mit größten Schwierigkeiten gelingt, die zurückgezogenen Nervenenden aufzufinden. Häufig sind diese, wenn die Operation erst längere Zeit nach der Verletzung erfolgt, mit Teilen ihrer Umgebung verwachsen. Besonders die Narbenbildung an der Verletzungsstelle erschwert die Orientierung. Der Grad der Narbenbildung hängt von der Art der Verletzung ab. Schnitt- und Stichverletzungen hinterlassen nur geringe Narben, während es bei Verletzungen, die mit umfangreicher Gewebszertrümmerung einhergehen, zu starker Narbenbildung kommt (Artilleriegeschosse).

Gelegentlich sind die Stumpfenden durch einen bindegewebigen Narbenstrang verbunden, so daß eine erhaltene Kontinuität vorgetäuscht wird. In vielen Fällen sind die Nervenenden deutlich erkennbar, da sich an ihnen ein Neurom befindet, das sich nach T h o e l e bereits in der 4. Woche nach der Verletzung ausbildet. Das Neurom besteht aus einem Gewirr neugebildeter Nervenfasern und Bindegewebe. Häufig ist es nur am zentralen Ende zu finden, das seltenere periphere Neurom erreicht nie die Größe des zentralen. Oft ist die bestehende Leitungsunterbrechung bei der Besichtigung und Betastung nicht nachweisbar, erst die mikroskopische Untersuchung der veränderten Nervenpartien läßt diese deutlich erkennen. In anderen Fällen sind die Enden neuromfrei und, als Ausdruck einer Atrophie, abgeplattet. Von praktischer Bedeutung ist der makroskopische Befund am Querschnitt des resezierten Nerven. Dieser gibt normalerweise ein ganz charakteristisches Bild. Die einzelnen gelblichweißen Nervenfaserbündel quellen über den Querschnitt hervor und verleihen ihm ein samtartiges Aussehen. Verändert ist dieses Bild bei innerer Narbenbildung und Atrophie der Nervenfasern.

Bei partieller Durchtrennung ist am durchtrennten Teil Neurombildung oder Atrophie zu finden, oder die Enden sind

in eine Nervennarbe eingewachsen, so daß sich die teilweise Durchtrennung makroskopisch nicht erkennen läßt. Gelegentlich sind bei scheinbar erhaltener Kontinuität im Nerveninnern einige Faszikel durchtrennt. Besonders erschwert ist die Erkennung, wenn der Nerv in seiner Scheide durchquetscht oder wenn durch Zerrung eine intraneurale Narbe vorhanden ist.

Die Nervennarbe, die sich im Anschluß an eine Kontusion entwickelt, zeigt makroskopisch entweder eine kolbige oder spindelförmige, grau- bis graurötliche Verdickung, oder der Nerv ist verdünnt, bindegewebig degeneriert und abgeplattet, in anderen Fällen lediglich verhärtet. Der Narbenquerschnitt zeigt mehr oder weniger gut erhaltene Nervenfaserbündel mit reichlichem Bindegewebe.

Die Narbenumklammerung ist die typische Nervenschädigung durch indirekte Einwirkung. Der in seiner Kontinuität erhaltene Nervenstamm ist in Narbengewebe eingebettet und wird von der Weichteilnarbe komprimiert. An der Kompressionsstelle ist der Nerv verdünnt, blaß, grauweiß verfärbt, gelegentlich auch hyperämisch und erscheint ober- oder unterhalb der Narbe aufgetrieben. Natürlich ist auch eine Narbenumklammerung kombiniert mit totaler oder partieller Kontinuitätstrennung möglich. Besonders häufig ist die Nervenumklammerung durch Callusgewebe nach Frakturen.

III. Über die Degeneration und Regeneration von Nervengewebe.

Bevor auf die Degeneration und Regeneration von Nervengewebe näher eingegangen wird, soll einmal kurz der normale histologische Aufbau der Nervenfaser gestreift werden.

Alle Nervenfasern sind als lange Fortsätze von Nervenzellen aufzufassen und in ihrer ganzen Ausdehnung von Neuroglia begleitet, die die nervöse Substanz umscheidet und vom Bindegewebe trennt. Diese Hüllen sind verschieden kompliziert gebaut und haben ein verschiedenartiges Aussehen, je nachdem sie innerhalb oder außerhalb des zentralen Nervensystems verlaufen. Innerhalb des zentralen Nervensystems bildet die Gesamtmasse der Fasern die sogen. weiße Substanz. Der Teil der Nervenfaser, der außerhalb des zentralen Nervensystems liegt, wird als periphere Nervenfaser bezeichnet. Die nervöse Substanz bildet in der Nervenfaser den aus weichem, sehr wassereichen Neuroplasma bestehenden Achsenzylinder, in dem feinste Fibrillen verlaufen. Der Achsenzylinder endigt in der Peripherie an den Endorganen mit sensiblen oder moto-

rischen Nervenendigungen. Um den Achsenzylinder herum liegt der Markmantel aus Myelin, auch Markscheide genannt. Man unterscheidet marklose und markhaltige Nervenfasern, je nach Zusammensetzung der gliösen Substanz, die als Schwannsche Scheide bezeichnet wird. Bei den marklosen Nervenfasern liegt nur eine dünne Membran um den Achsenzylinder, bei den markhaltigen Fasern ein Mantel von dickem Mark. Jeder Bezirk der Hülle, zu dem ein Gliakern gehört, bildet einen Abschnitt der Nervenfaser, der durch die Ranvierschen Schnürringe abgegrenzt wird.

Was geschieht nun mit den freien Nervenenden, wenn ein Nerv in seiner Kontinuität durchtrennt ist?

Nach dem Wallerschen Gesetz degeneriert der ganze peripher von der Stelle der Kontinuitätstrennung gelegene Anteil des Nerven, auch wenn eine sofortige Wiedervereinigung der Nervenenden auf operativem Wege erfolgt. Die peripheren Achsenzylinder zerfallen bei den motorischen Nerven bis in die Muskelendplatten, bei den sensiblen Nerven bis in die sensiblen Endorgane. Zuerst zerfällt die Markscheide in elliptische Fragmente, indem sich das Myelin zu fettähnlichen Produkten zersetzt und durch gewucherte Bindegewebszellen resorbiert wird. Es folgt sodann die sogen. Axolyse, bei welcher der Achsenzylinder anschwillt und sich die Fibrillen körnig umwandeln. Zugleich mit der Degeneration des peripheren Teils setzt vom zentralen Abschnitt her die Regeneration ein. Da diese Vorgänge geraume Zeit in Anspruch nehmen, ist zu verstehen, daß die Heilung von Nervenverletzungen trotz exakter operativer Vereinigung der Nervenenden Wochen und Monate dauern kann, und zwar um so länger, je höher die Verletzung den Nerven getroffen hat. Die Aussprossung erfolgt durch Proliferation der Schwannschen Zellen des zentralen Teils, die sogenannte Bandfasern bilden. Die Zellreihen ziehen vom zentralen zum peripheren Faserteil durch das von Nervenbindegewebe gebildete Granulationsgewebe hindurch. Inzwischen haben sich im peripheren Teil aus dem axial gelegenen Neuroplasma feinste Fäserchen gebildet. Beide Fibrillensysteme bilden durch Vereinigung die neue Nervenfaser. Diese umkleidet sich mit Mark, der so gebildete Markmantel wird durch trichterförmige Einschnürungen wiederum in einzelne Abschnitte zerlegt. Es sind also bei der Regeneration alle beteiligten Elemente tätig. Bedingung für die vollständige Regeneration ist die exakte Wiedervereinigung des unterbrochenen Faserzusammenhanges. Tritt diese nicht ein, bleibt die Regene-

ration unvollständig. Die gleichfalls zur Ausbildung gelangten Bandfasern wandeln sich in röhrenförmige Bildungen mit axialem Neuroplasmastrang und kernhaltiger Hülle zu sogen. Axialstrangröhren um, die sich noch jahrelang erhalten können.

Die Wiedervereinigung der Faser mit der Muskulatur erfolgt dadurch, daß die peripherwärts wachsenden Bandfasern bis ins Perimysium internum vordringen und sich dort zu neuen Endplatten umbilden.

Bei der Transplantation von auto- oder homoiogenem Nervengewebe, das zur Defektdeckung benutzt wird, ist der Vorgang der gleiche. Die neugebildeten Fibrillen des zentralen Teils sprossen in das Transplantat hinein, das teilweise zu Grunde geht. Andererseits vereinigen sich gewucherte Zellen des Transplantats mit dem zentralen Abschnitt.

Die Zeiten für die Regeneration sind sehr verschieden und hängen von bekannten Faktoren (Art der Verletzung, Lage der Stumpfenden zueinander, Dicke des Nerven, Schnelligkeit der Resorption des zerfallenen Materials, Lebensalter) sowie von anderen nicht bekannten Faktoren ab. Im günstigsten Fall dürfte die Zeit 2—3 Monate betragen. Bis zur völligen Wiederherstellung der Funktionen können jedoch Jahre vergehen.

IV. Symptomatologie.

Kommt es zu einer Läsion eines peripheren Nerven und besteht diese Läsion in einer totalen Unterbrechung, so resultiert ein Ausfall sämtlicher Funktionen. Man findet sodann im Bereich des Versorgungsgebietes eine Störung der Motilität und der Sensibilität. Außerdem können bei entsprechender Nervenverletzung auch die Reflexe aufgehoben sein, wie z. B. bei einer Verletzung des Nervus ischiadicus der Achillessehnenreflex fehlen kann.

Die totale Unterbrechung führt hinsichtlich der Motilität zu einer völligen Lähmung aller Muskeln, die von dem Nerven mit motorischen Fasern versorgt werden. Die Ausbreitung der Lähmung hängt von der Lokalisation der Verletzung ab, je nachdem der Nerv in seinem Verlauf mehr zentral oder distal getroffen ist. Es bleiben also alle diejenigen Muskeln verschont, die von einem oberhalb der Verletzungsstelle abgehenden Nervenast versorgt werden. Weiterhin lehrt die klinische Erfahrung, daß der Ausfall an Bewegungen willkürlicher oder unwillkürlicher Art nicht immer den anatomischen Erwartungen entspricht. Das hat seinen Grund einerseits darin, daß bestimmte

Bewegungen von Muskeln verschiedener Innervationsgebiete ausgeführt werden. Andererseits können Muskeln, die an sich an den Bewegungsvorgängen weniger beteiligt sind, kompensatorisch zu Leistungen herangezogen werden. Hierdurch erklärt sich der Umstand, daß der Funktionsausfall gelegentlich beträchtlich geringer ist, als nach der Art der Schädigung zu erwarten wäre. Außerdem können durch solche Vorgänge Restitutionsprozesse vorgetäuscht werden. Schließlich können individuelle Variationen in der Innervation der Muskeln und der dadurch bedingten abweichenden Symptomatologie die Beurteilung etwaiger therapeutischer Erfolge im Vergleich mit anderen erschweren.

1. Störungen der Motilität.

Die Störungen der Motilität gliedert man in motorische Reiz- und motorische Ausfallserscheinungen. Peripher bedingte Reizerscheinungen sind zwar selten und wahrscheinlich durch das Vorliegen einer konstitutionellen Uebererregbarkeit bedingt. Die häufigste Form der motorischen Reizerscheinung ist der Spasmus, der durch partielle Nervenschädigung zustande kommt.

Die größere Bedeutung kommt den motorischen Ausfallserscheinungen zu. Jede periphere Lähmung geht mit einer Verminderung des Muskeltonus einher, die Lähmung ist daher eine schlaffe. Hierdurch kommt es zu einer Störung des Gleichgewichts der Muskelgruppen untereinander, zu sekundärer Ausbildung von Kontrakturen und Stellungsanomalien. Wichtig ist die Kenntnis der partiellen oder dissoziierten Lähmungen. Bei diesen handelt es sich um Schädigungen, aber nicht um völlige Ausschaltung des Nerven. In ihrem Verlauf können inkomplette Lähmungen aller Muskeln oder völliger Ausfall einzelner Muskeln bei Intaktheit der übrigen auftreten.

2. Muskelatrophie.

Mit der Lähmung des peripheren Nerven beginnt die Atrophie des seiner Innervation beraubten Muskels. Ob und wann diese optisch und palpatorisch kenntlich wird, hängt von der Lokalisation des Muskels ab, doch kann die Atrophie auch durch Oedeme oder starke Fettpolster verdeckt sein. Am deutlichsten zeigt sich die Atrophie, wenn der Muskel zwischen 2 Röhrenknochen (Unterarm, Handrücken) liegt, oder wenn sie eine Veränderung des Körperreliefs zur Folge hat.

3. Veränderungen d. elektr. Erregbarkeit.

Die elektrische Entartungsreaktion tritt frühestens 10 bis 14 Tage, zuweilen erst einige Wochen nach der Nervenver-

letzung auf, und entwickelt sich nach bestimmten Gesetzen. Natürlich ist die indirekte Erregbarkeit, nämlich die vom Nerven aus, bei tatsächlicher Leitungsunterbrechung sofort nach der Verletzung aufgehoben. Die direkte galvanische und faradische Erregbarkeit des Muskels besteht zunächst weiter. Im weiteren Verlauf erlischt zuerst die faradische Erregbarkeit des Muskels, galvanisch tritt träge Zuckung auf und die EAR ist somit komplett.

Bei inkompletten Nervenverletzungen kommt es zu einer partiellen EAR, die verschiedene Formen aufweisen kann.

So kann die indirekte Erregbarkeit für beide Stromarten oder nur für galvanischen Strom bei fehlender faradischer Erregbarkeit des Muskels und träger galvanischer Zuckung erhalten sein, oder es ist bei gleichem Befund auch noch die faradische Erregbarkeit des Muskels intakt. In einem anderen Fall ist der Muskel bei fehlender indirekter Erregbarkeit faradisch erregbar, galvanisch besteht träge Zuckung. Weiterhin ist derselbe Befund möglich ohne träge galvanische Zuckung, während die faradische Erregbarkeit der Muskeln aufgehoben ist usw. Alle diese Formen sind zum großen Teil Durchgangsstadien zur Entwicklung oder bei der Rückbildung der kompletten EAR. Im allgemeinen verändert sich die elektrische Erregbarkeit proportional der motorischen Lähmung.

Wexberg sah in 84 Proz. der Fälle mit kompletter Lähmung auch komplette EAR, unter diesen bei 11,2 Proz. teilweise oder völlig erloschene direkte galvanische Erregbarkeit.

Von den inkompletten Lähmungen zeigten 34 Proz. eine partielle EAR, 17,5 Proz. nur quantitative Herabsetzung der Erregbarkeit, 11,3 Proz. komplette EAR in einem Teil des Nervengebietes, 25,7 Proz. im ganzen Versorgungsgebiet komplette EAR. Unter den partiellen Lähmungen standen die Fälle mit 44,8 Proz. an erster Stelle, bei denen in dem isoliert gelähmten Teil des Nervengebietes auch komplette EAR nachzuweisen war. In 65,5 Proz. der Fälle mit partieller Lähmung bestand zwischen der elektrischen Erregbarkeit und der Art des motorischen Ausfalls eine Beziehung insofern, als in dem gelähmten Gebiet schwere Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit nachzuweisen waren. Alle anderen und auch viele der in den 65,5 Proz. einbegriffenen Fälle sind sicher als komplette Lähmungen aufzufassen, die im Verlauf des Regenerationsprozesses vorübergehend den Charakter einer partiellen Lähmung angenommen haben.

Ebenso deutlich ist der Parallelismus zwischen Lähmung und EAR, wenn man von der elektrischen Erregbarkeit ausgeht.

73,9 Proz. mit totaler EAR wiesen komplette Lähmungen auf, 66 Proz. mit partieller EAR und 80,9 Proz. mit nur herabgesetzter Erregbarkeit eine inkomplette Lähmung. Sind bei motorischer Intaktheit der Muskeln leichte quantitative Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit oder EAR vorhanden, so handelt es sich wahrscheinlich um Lähmungen im Rückbildungsstadium, bei denen die motorischen Erscheinungen vor Rückkehr der normalen elektrischen Erregbarkeit verschwunden sind. Das Endstadium bei irreparablen Nervenschäden ist gewöhnlich die völlige Aufhebung der direkten und indirekten Erregbarkeit.

Die Wiederherstellung der Funktion geht mit dem Normalwerden der elektrischen Erregbarkeit nur bis zu einem gewissen Grade parallel. Zuweilen eilt die Restitution der elektrischen Erregbarkeit voraus und die motorische Besserung kann bereits weit fortgeschritten sein, bevor dies elektro-diagnostisch zu erkennen ist.

4. Störungen der Sensibilität.

Wie man bei den Störungen der Motilität zwischen Reiz- und Ausfallserscheinungen unterscheiden kann, so ist es auch bei den Störungen der Sensibilität. Wir kennen sensible Reizerscheinungen in Form von Paraesthesien verschiedenster Richtung, und Ausfallserscheinungen in Form der Anaesthesie. Hinsichtlich der Ausbreitung der Erscheinungen ist zu berücksichtigen, daß benachbarte Versorgungsgebiete häufig ineinander übergreifen, indem gewisse Hautbezirke von zwei Nachbarnerven versorgt sein können. Oftmals weist die sensible Innervation auch Varianten auf. Durch Anastomosenbildung benachbarter Nervenstränge beschränkt sich die sensible Störung meist auf kleinere Hautbezirke, als auf Grund der anatomischen Verhältnisse zu erwarten ist. Spielmeyer weist darauf hin, daß die Sensibilität bei völliger Kontinuitätstrennung intakt sein kann. Diese Beobachtung dürfte auf Anastomosenbildung zurückzuführen sein. Auf der anderen Seite kann nach Nonne und Oppenheim bei Verletzung eines gemischten Nerven nur die Sensibilität gestört, die Motilität dagegen intakt sein.

Bei fortschreitender Regeneration verschwindet die Sensibilitätsstörung in der Reihenfolge, daß nacheinander das Empfinden für Berührung, Schmerz und Temperatur wieder normal wird.

Sensible Reizerscheinungen treten vor allem nach Schußverletzungen in Form von Neuralgien auf. Diese können so

stark sein, daß die motorischen Erscheinungen völlig in den Hintergrund treten. Eine besonders eigenartige Störung stellt die Causalgie dar, die vor allem im Medianusgebiet auftritt und sich in Form brennender, schlecht zu lokalisierender Schmerzen äußert. Leichte Berührung, z. B. Druck der Bettdecke, kann als unerträglich empfunden werden, während festes Anfassen viel weniger schmerzhaft ist. Das Krankheitsbild ist von Weir Mitchell auf Grund seiner Erfahrungen im amerikanischen Sezessionskrieg in klassischer Weise beschrieben worden.

5. Reflexe.

Im Verlauf von Nervenverletzungen sind oftmals die Sehnenreflexe, die zu den gelähmten Muskeln gehören, aufgehoben, da der motorische und der sensible Anteil des Reflexbogens unterbrochen ist. Es genügt aber auch oft ein nur geringes Erhaltensein der am Reflex beteiligten Muskeln, um das Zustandekommen des Reflexes zu ermöglichen.

6. Vegetative Störungen.

Die Folge von Verletzungen peripherer Nerven sind zuweilen auch Unterbrechung oder Schädigung der in ihnen verlaufenden vasomotorischen Fasern. Es kommt zu Zirkulationsstörungen in dem befallenen Gefäßgebiet, die sich ca. 4 bis 6 Wochen nach der Verletzung entwickeln und verschiedenartig manifestieren können. Durch Reiz auf die Konstriktoren tritt Verengung der Arterien auf. Die Folge sind Blässe und Kältegefühl der Haut, ihre Temperatur ist herabgesetzt. Häufiger ist die paralytische Form, bei der die Kapillaren und kleinen Gefäße gelähmt werden. Die Verlangsamung der Blutströmung und das hierdurch mit Kohlensäure überladene Blut bewirken Cyanose und Stauungsödem der Haut.

Auch die Schweißsekretion ist in vielen Fällen gestört. Leichte Nervenverletzungen führen als Zeichen eines Reizzustandes der im Nerven enthaltenen sympathischen Fasern zur Hyperidrosis, leichte und schwere als Lähmungssymptom zur Anidrosis.

ImVordergrund der trophischen Störungen steht die Glanzhaut „glossy skin", bei der die Haut verdünnt, glatt und glänzend ist und deutlichen Schwund des Unterhautzellgewebes zeigt. Andere Fälle gehen mit einer Hyperkeratosis einher. Die Haut ist verdickt, lederartig, es fehlt die normale Hautfelderung. An den Nägeln treten Wachstumsstörungen in Form von Beschleunigung oder Verlangsamung des Nagelwuchses auf. Außerdem werden die Nägel trocken, glanzlos, spröde, rissig, zeigen Längs- oder Querstreifung und lösen sich von der Unter-

lage ab. Die Haut wird über dem Nagelfalz atrophisch, der Nagelwall flacht sich ab, die Fingerkuppen erscheinen zugespitzt. Oftmals greifen die Störungen über das Versorgungsgebiet des verletzten Nerven hinaus.

Auch der Haarwuchs unterliegt Veränderungen, indem als Zeichen eines Reizzustandes Hypertrichosis, als Zeichen der Lähmung Haarausfall zu finden ist.

Alle bisher erwähnten Formen trophischer Störungen haben nur eine gewisse diagnostische Bedeutung. Ernster zu nehmen sind die gelegentlich auftretenden trophischen Geschwüre. Es handelt sich um Ulcera nach Art des „mal perforant", die nur bei kompletten Anaesthesien für alle Qualitäten entstehen. Die hierbei auftretende Analgesie läßt die Verletzungen nicht fühlen, so daß sich diese leicht infizieren können. Ihre schlechte Heilungstendenz weist darauf hin, daß der Ausfall der trophischen Reize bei ihrer Entstehung eine bedeutende Rolle spielt. In diesen Fällen ist die Behandlung mit Heißluft unbedingt zu vermeiden.

Des weiteren können sich Ekzeme, Herpes zoster, selten spontane Blasenbildung entwickeln. Die trophischen Störungen tiefer liegender Gewebe wie Sehnen, Bänder und Gelenkteile sind von geringerer Bedeutung. Wichtig sind die bei schweren Nervenverletzungen der Extremitäten auftretenden Knochenatrophien, die oft schon nach wenigen Wochen zu finden sind.

Sämtliche oben beschriebenen Störungen treten mit Beginn des 2. bis 4. Monats nach der Verletzung auf. Ihre Rückbildung ist an und für sich vollständig möglich, doch hängt diese von der Regenerationsfähigkeit des Nerven ab. Während vasomotorische und sekretorische Störungen mit der Besserung der Sensibilität zu verschwinden pflegen, dauert die Rückbildung der trophischen Störungen wesentlich länger. Sie kann noch nachweisbar sein, wenn bereits alle klinischen Symptome der Verletzung bis auf Spuren verschwunden sind.

V. Die Diagnosestellung der Nervenverletzung.

Die Schädigung eines peripheren Nerven ist ohne Schwierigkeit aus dem erfolgten Trauma und den im Anschluß hieran auftretenden Funktionsstörungen festzustellen. Diese Störungen sind in dem Abschnitt über die Symptomatologie der Nervenverletzungen eingehend erörtert worden.

Unbedingte Voraussetzung für die Diagnosestellung und für die Wahl der therapeutischen Maßnahmen ist die Kenntnis von

den Gesetzen der allgemeinen Bewegungsphysiologie. Die Feststellung, welcher Nerv verletzt ist und in welcher Höhe die Verletzung liegt, wird durch die Symptome und die Lokalisation des Trauma meist ohne große Schwierigkeiten zu treffen sein.

Differentialdiagnostisch kommt die ischämische Lähmung in Betracht, die in manchen Fällen ihre Ursache in einer Unterbindung der Blutzufuhr durch lange Zeit getragene starre Verbände hat. Oftmals ist ihre Entstehung jedoch nicht zu erklären. In diesem Zusammenhang muß auch auf psychogene Störungen aufmerksam gemacht werden, die besonders während des Krieges organische Sensibilitätsstörungen und motorische Lähmungen vortäuschen können. Hierbei handelt es sich entweder um eine psychogene Fixierung einer früher bestandenen Nervenstörung (Gewohnheitslähmung) oder um bewußte mehr oder minder seinsnahe Imitation eines Krankheitsbildes.

Bei der Diagnosestellung können sich Schwierigkeiten einmal ergeben, wenn sich die Symptome nicht direkt im Anschluß an das Trauma zeigen, sondern wenn diese erst später und allmählich zur Entwicklung gelangen, wie es bei den Spätlähmungen des Ulnaris zuweilen noch nach Jahren oder Jahrzehnten vorkommt.

Liegen gleichzeitig mehrere Verletzungen vor, ist die Diagnose nicht immer leicht. Sind beispielsweise eine Schußfraktur des Oberarms und eine Verletzung des Halsmarks zusammen erfolgt, können die Lähmungserscheinungen durch jede der beiden Verletzungen bedingt sein. Die Entscheidung, welche Verletzung die ursächliche ist, bringt die Prüfung der Sensibilität, weil die Ausfallserscheinungen einmal dem peripheren, das andere Mal dem spinalen Typus entsprechen müssen. Auch die Prüfung der Kniereflexe ist von diagnostischer Bedeutung. Störungen der Motilität können auch durch andere Verletzungen des Bewegungsapparates vorgetäuscht werden, besonders wenn gleichzeitig Muskelatrophie besteht.

Bei der Prüfung der Motilität und der Sensibilität sind die Doppelinnervationen und die Möglichkeit einer vikariierenden Innervation genauestens in Erwägung zu ziehen. Eine eingehende Kenntnis derselben ist für die Diagnosestellung unbedingt erforderlich. In Zweifelsfällen erhärtet die elektrische Untersuchung die Diagnose.

Die Untersuchung der elektrischen Erregbarkeit gelähmter Nerven und Muskeln ist ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel bezüglich der Lokalisation des Degenerationsprozesses, sowie zur Voraussage der Krankheitsdauer und der Aussicht auf einen therapeutischen Erfolg.

Bezüglich des elektrischen Verhaltens von Muskeln unterscheidet man eine quantitative und eine qualitative Veränderung. Bei der quantitativen Veränderung handelt es sich um eine Erhöhung oder Herabsetzung der elektrischen Erregbarkeit. Diese besitzt jedoch keine große diagnostische Bedeutung, da es auch bei anderen Krankheitsbildern zu einer Steigerung (Tetanie) oder zu einer Herabsetzung (gewisse Formen von Neuritiden, arthrogene Muskelatrophie) kommen kann. Viel wichtiger sind die qualitativen Abweichungen vom normalen Zuckungsgesetz. Erb hat diese zuerst studiert und als Entartungsreaktion bezeichnet, weil sie sich eng an anatomische Veränderungen in Nerven und Muskeln anschließen. Das wichtigste Symptom der EAR ist die träge Zuckung bei direkter galvanischer Muskelreizung. Die faradische Muskelreizung ist immer eine Reizung intramuskulärer Nervenzweige. Der „entnervte" Muskel läßt sich faradisch nicht mehr erregen, das Muskelgewebe reagiert dann nur auf galvanischen Strom.

Für das Bestehen einer Nervenverletzung ist allein die partielle oder komplette EAR beweisend. Besteht diese nicht, ist eine schwere Nervenverletzung mit Sicherheit auszuschließen, es sei denn, daß es sich um einen frischen Fall handelt, bei dem die EAR noch nicht ausgebildet sein kann, oder daß eine in Regeneration begriffene Nervenverletzung vorliegt, bei welcher der elektrische Befund bereits wieder normale Werte aufweist, ohne daß die motorische Besserung Schritt gehalten hat. Es sei an dieser Stelle nochmals betont, daß schwerste Lähmungssymptome auch dann vorhanden sein können, wenn der Nerv in seiner Kontinuität teilweise oder ganz erhalten und nur durch äußere oder innere Narbenbildung schwer geschädigt ist. Eine komplette Kontinuitätstrennung ist dann um so wahrscheinlicher, wenn der komplette Funktionsausfall längere Zeit anhält. Die elektrische Prüfung ermöglicht nur ein Urteil über die Leitfähigkeit des Nerven, nicht aber über die erhaltene Kontinuität.

Die Prüfung der Sensibilität erstreckt sich auf Berührungs-, Schmerz- und Temperaturempfinden. Hierbei können Qualitäts- und Quantitätsunterschiede auftreten. Bei einseitigem Prozeß ist nach Möglichkeit ein Vergleich mit der gesunden Seite vorzunehmen.

VI. Die Therapie der Nervenverletzungen.

1. Konservative Therapie.

Der Zweck der konservativen Behandlung von Nervenverletzungen besteht vor allem darin, die durch die Lähmung bedingten Folgeerscheinungen in der Muskulatur und am Gelenkapparat zu verhüten. Es ist sehr umstritten, ob die konservative Therapie irgendwelche Einwirkung auf die regenerativen Vorgänge auszuüben imstande ist.

Die gelähmte Extremität muß durch Schienenverbände so gelagert werden, daß die Insertionspunkte der befallenen Muskeln einander nahe gebracht und hierdurch gleichzeitig deren Antagonisten gedehnt werden. Auf diese Weise wird der Ausbildung von Kontrakturen entgegengewirkt.

Die aktive Therapie besteht in der Hauptsache aus physikalischen Maßnahmen. Die Massagebehandlung verhindert durch Anregung der Blutzirkulation das Entstehen der Muskelatrophie. Ebenso wirken aktive und passive Gymnastik, die vor allem nach Auftreten der ersten Erscheinungen einer beginnenden Restitution durchzuführen sind. Kataplasmen, Fango- und Moorbäder, Heißluft und Diathermie unterstützen die Heilwirkung.

Ein wertvolles Rüstzeug für die konservative Behandlung ist die Elektrotherapie. Ohne Zweifel begünstigt diese die Regenerationsprozesse im Nerven. Die durch den elektrischen Strom erzielten Kontraktionen gelähmter Muskeln sind therapeutisch wertvoller als die gymnastischen Bewegungsübungen. Es ist wichtig, den gelähmten Muskel nicht zu lange Zeit ruhig zu stellen, weil die Inaktivität des Muskels das Fortschreiten der Degenerationsprozesse fördert. Die aktive Bewegungsbehandlung läßt sich am besten durch die Elektrotherapie durchführen.

Viele Neurochirurgen, unter ihnen besonders Foerster, halten die elektrische Nachbehandlung operativ angegangener Fälle für die Voraussetzung einer völligen Wiederherstellung.

Zur Technik der Elektrotherapie ist zu bemerken, daß eine noch bestehende indirekte elektrische Erregbarkeit nach Möglichkeit ausgenutzt werden soll. Das bedeutet, daß man in diesem Fall den Nerven an seinen typischen Reizpunkten mit unterbrochenen galvanischen oder mit faradischen Strömen erregen soll. Wenn der Nerv nicht mehr reaktionsfähig ist, müssen die Muskeln direkt gereizt werden.

2. Operative Therapie.

Die konservative Therapie der Nervenverletzungen führt nur bei bestimmten Formen und in einer beschränkten Zahl von Fällen zum Ziel. Versagt diese, müssen operative Maßnahmen ergriffen werden. Auch die Verletzungen, bei denen eine konservative Behandlung von vornherein aussichtslos ist, müssen der Operation zugeführt werden.

a. Die Indikationsstellung zur Operation.

Das Ziel der operativen Behandlung der Verletzungen peripherer Nerven ist die Wiederherstellung der Leitungsfähigkeit.

Für die Verletzungen, die bereits ergebnislos konservativ behandelt wurden, ergibt sich ebenso wie für diejenigen, die erst nach längerer Zeit in die Hand des Chirurgen gelangen, die Frage, wielange mit der Operation gewartet werden soll.

Bei vorheriger konservativer Behandlung kann in der Regel die Indikation zur Operation gestellt werden, wenn nach 3 bis 5 Monaten keinerlei Anzeichen einer Restitution vorliegen oder wenn eine solche nicht weiter fortschreitet. Küttner steht auf dem Standpunkt, daß eine noch im 4. bis 6. Monat bestehende totale EAR nicht das Todesurteil des Nerven bedeutet, sondern nur eine ernste organische Läsion des Nervenstammes anzeigt. Auch solche Lähmungen können später spontan oder durch die konservative Therapie verschwinden. Er sah selbst 6 Fälle, die nach schwerer Schädigung des Plexus brachialis im 5. und 6. Monat komplette EAR zeigten und nach $2^1/_2$ Jahren ohne Hinterlassung einer Atrophie völlig ausheilten. Gegenteiliger Ansicht ist Foerster bezügl. der Plexuslähmungen, bei denen er die Frühoperation verlangt.

Kommen die Nervenverletzungen erst später und ohne Vorbehandlung zur Operation, ist zwischen der Früh- und der Spätoperation zu unterscheiden. Für den chirurgischen Eingriff muß zur Bedingung gemacht werden, daß eine bestehende äußere Wunde mindestens seit 4 bis 6 Wochen völlig geheilt ist.

Die Frühoperation hat den Vorzug, daß die Uebersicht über die anatomischen Verhältnisse klarer ist. Später machen Narbenbildungen an der Verletzungsstelle Orientierungsschwierigkeiten. Von Nachteil ist, daß der Chirurg, wenn keine Kontinuitätstrennung makroskopisch erkennbar ist, vor die Frage gestellt wird, ob er nur die Neurolyse vornehmen oder das veränderte Nervengewebe resezieren und sekundär nähen soll. Es ist in solchen Fällen nicht zu entscheiden, ob das spezifische Nervengewebe durch innere Narbenbildung geschädigt und ob

eine spontane Restitution möglich ist. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, daß unter diesen Umständen besser reseziert werden soll, da zuweilen nur eine Kontusion des Nerven erfolgt ist, die dann später zu innerer Narbenbildung führen kann. Außerdem bleibt eine eventuelle Nachoperation erspart.

Gegen die Frühoperation spricht weiterhin, daß der Degenerationsprozeß im peripheren Nervenabschnitt erst abgelaufen sein muß, bevor die aus dem zentralen Stumpf aussprossenden Nervenfibrillen erfolgreich zur Peripherie vordringen können.

Entschließt man sich zur Spätoperation, darf natürlich nicht zu lange gewartet werden, da die Atrophie der betroffenen Muskeln mit der Zeit zunimmt und die damit einhergehende Degeneration der Muskelfasern die Chancen einer völligen Restitution verringert.

Häufig ist man zu längerem Warten gezwungen, da Fistelbildungen, die über Jahre bestehen können, den Wundschluß der Verletzung verhindern. Einen Eingriff vor Abheilung der Fistel zu wagen, würde wenig Aussicht auf einen therapeutischen Erfolg haben.

Die Spätoperation besitzt den Vorteil, daß die Diagnose mit größerer Sicherheit gestellt werden kann. Auch ist zu dieser Zeit eine spontane Regeneration nur in den seltensten Fällen zu erwarten. Die Spätoperation hat selbst nach Jahren Aussicht auf Erfolg. Nach 10 und mehr Jahren sind noch operative Heilungen beobachtet worden.

Diese Erwägungen und Erfahrungen haben dazu geführt, daß der Spätoperation allgemein der Vorzug gegeben wird. Diese soll frühestens 4 bis 6 Monate nach erfolgter Verletzung vorgenommen werden, da zu frühes Eingreifen die in Entwicklung begriffenen Regenerationsprozesse stören kann.

Frischverletzungen, bei denen durch die primäre Wundrevision eine komplette oder unvollständige Kontinuitätstrennung festgestellt wird, müssen selbstverständlich sofort operativ versorgt werden.

b. Operationsmethoden.

Die wichtigste Operation am Nerven ist die Nervennaht, die primär bei totaler oder partieller Kontinuitätstrennung und sekundär nach Resektion pathologisch veränderter Nervenpartien vorgenommen wird.

Bei der Nervennaht müssen die Stümpfe, falls es sich nicht um frische Schnittverletzungen handelt, angefrischt werden, damit gequetschte, narbig oder neuromartig veränderte Partien entfernt werden, da diese den Heilerfolg beeinträchtigen oder

vereiteln können. Hierbei ist es wichtig, darauf zu achten, daß bis ins gesunde Nervengewebe reseziert wird, da interponierte, narbig veränderte Nervenpartien die Regeneration der Nervenfaser blockieren. Es ist wichtig, die angefrischten Enden unter Vermeidung jeder Spannung genau aneinander zu passen und Verdrehungen zu vermeiden. Die Naht ist unter peinlichster Beobachtung der Asepsis und bei exaktester Blutstillung vorzunehmen. Das Durchstechen der Nervenstümpfe muß vermieden werden, da hierdurch Fasern verletzt oder abgeschnürt werden können. Handelt es sich um einen sehr zarten Nerven, genügen einige Knopfnähte.

Die Naht ist bei dünnen Nerven technisch nicht einfach, doch sind die motorischen Endäste des N. radialis und des N. medianus (Sterling Bunnel) mit Erfolg genäht worden. Um störende Verwachsungen des Nerven mit der Umgebung zu vermeiden, hat Payr vorgeschlagen, den Nerven in ein Magnesiumröhrchen einzubetten. Lotheisen empfahl zu diesem Zweck ein in Formalin gehärtetes Gelatineröhrchen, Foramitti ein sterilisiertes Arterien- oder Venenstück vom Kalb. Lexer hält die Einbettung der Nahtstelle in lebendes Gewebe durch Einwicklung in einen gestielten oder ungestielten Fettgewebslappen nach Eden und Rehn für günstiger. Wie oft und mit welchem Erfolg diese Vorschläge ausgeführt sind, geht aus dem Schrifttum nicht hervor. Eden gibt noch ein Verfahren an, bei dem das Perineurium des zentralen Abschnittes losgelöst und über die Nahtstelle gezogen wird. Dies dürfte jedoch nicht immer möglich sein. Gewöhnlich läßt sich der Nerv in oder zwischen die Muskulatur verlagern, was erfahrungsgemäß genügt.

Auch bei infizierten Wunden sowie bei Verunreinigung soll man die sofortige Naht versuchen, um wenigstens die Retraktion der Stümpfe zu verhüten. Bei Störung der Wundheilung ist ein Dauererfolg zweifelhaft.

Wenn Fremdkörper im Nerven oder in seiner Umgebung steckengeblieben sind, müssen diese entfernt werden.

Das Herauslösen des Nerven aus Narbengewebe hat mit größter Vorsicht zu geschehen, wobei darauf zu achten ist, daß abgehende Nervenäste nicht verletzt werden. Wird ein solcher versehentlich durchschnitten, kann das periphere Ende in den Stamm gepfropft oder das zentrale in den Muskel einplantiert werden.

Um das Losreißen der Stümpfe voneinander nach der Operation zu vermeiden, ist die Extremität für mindestens

6 Wochen durch eine Schiene zu fixieren, jedoch so, daß keine Spannung entsteht.

In vielen Fällen macht die Vereinigung der Nervenstümpfe keine Schwierigkeiten. Zuweilen ist der Zwischenraum oder der Defekt zwischen den Nervenenden überhaupt nicht oder nur unter Spannung zu überbrücken. Auch in solchen Fällen ist die Nervennaht anzustreben. Kleinere Defekte bis zu 3 cm lassen sich meist durch weitgehendes Isolieren und durch Dehnung der Stümpfe decken. Durch Kletternähte läßt sich die Spannung von der Nahtstelle auf einen größeren Teil der Nerven verteilen. Auch durch entsprechende Stellung der Gelenke lassen sich die Enden oft so weit nähern, daß die Naht gelingt. Die Gefahr einer Kontrakturbildung muß in Kauf genommen werden, doch hat die Erfahrung gezeigt, daß sich diese später meist korrigieren läßt. Bei größeren Defekten, besonders bei den Armnerven, können durch Verlagerung des Nerven nach der Naht Spannungen vermieden werden (W o l l e n b e r g und W r e d e). So kann der N. ulnaris hinter dem Epicondylus intern. hervor in die Ellenbeuge gelagert werden.

Bei großen Defekten ist versucht worden, die Naht nach Verkürzung der Extremitätenknochen zu erzwingen. Diese Methode wird begreiflicherweise kaum angewandt.

Ist die Annäherung der Nervenstümpfe trotz aller Hilfsmittel nicht möglich, hat man U e b e r b r ü c k u n g s m e t h o d e n vorgeschlagen. Zu diesen gehören die Lappenplastik, die freie Nervenplantation und die Tubulisation, doch sind hierbei die Aussichten auf völlige Restitution wesentlich ungünstiger als bei der Naht, besonders wenn es sich um ältere Fälle handelt. Beweisende Einzelfälle sind kaum mitgeteilt.

Bei der Lappenplastik wird aus dem zentralen Stumpf durch vorsichtige Längsspaltung ein Läppchen gebildet, das mit dem peripheren Ende vereinigt wird, oder es werden Läppchen aus beiden Stümpfen gewonnen und miteinander vernäht. Das Verfahren hat den Nachteil, daß der zentrale Stumpf geschädigt wird.

Zur freien Nervenplastik werden sensible Eigennerven (Cutan. antibrachii med., lat., dors., Cutan. humeri post., Cutan. surae med., lat., Saphenus und Suralis) verwandt. Hiermit sind brauchbare Resultate erzielt worden, doch ist die Methode sehr unsicher. In einem Fall der Klinik, der allerdings erst nach Abschluß der Nachuntersuchungen zur Kenntnis des Verfassers gelangte, wurde der hoffnungslos zerstörte Medianus

benutzt, um den 14 cm großen Defekt des Ulnaris zu überbrücken. Nach 2 Jahren war im Gebiet der Kleinfingermaus die Berührungsempfindung wiedergekehrt und die Atrophie der Interossei verringert.

Bethe und Ingebrigtsen berichten über erfolgreiche Tierversuche mit auto- und homoioplastischen Nervenstücken, letztere aus amputierten Gliedern oder aus frischen Leichen. Bielschowsky und Unger benutzten in Borsäure konservierte Nervenstücke.

Die sogen. Tubulisation wird mit frischen, vom Kranken stammenden Gefäßstücken durchgeführt, die vorteilhafter sind als totes Material wie entkalkte Knochenröhrchen oder sterilisierte Gefäßstücke. Volle Erfolge sind jedoch nie erzielt worden, da die auswachsenden Fibrillen nur bei kurzen Abständen in leeren Röhren Anschluß an den peripheren Stumpf finden.

Edinger schlug vor, sterilisierte Tierarterien mit Agar zu füllen, doch hat sich diese Methode weder tierexperimentell noch klinisch bewährt, da das Agar kuglig zerfällt und den auswachsenden Nervenfasern den Durchtritt verwehrt. Nach Versuchen von Eden erwies sich das strömende Blut als geeigneter Nährboden für die auswachsenden Fibrillen. Nach seitlichem Einpflanzen der beiden Nervenstümpfe in eine Nachbarvene kam im Tierversuch die Vereinigung von Zwischenräumen bis zu 4 cm dadurch zustande, daß die neuen Fasern an der Innenwand der Vene entlangwuchsen.

Auch mit der direkten Nervenimplantation in den Muskel sind gelegentlich Erfolge erzielt worden. Es handelte sich dann um Fälle, in denen der periphere Stumpf nicht aufzufinden war oder wo die Verletzung direkt am Muskel stattgefunden hatte. Der angefrischte Muskelast wird hierbei in einer Muskelspalte versenkt und dort durch Naht fixiert.

Kommen alle diese Methoden nicht in Betracht, finden Ersatzoperationen Verwendung. Von diesen sind zu nennen: Nervenpfropfung, Einpflanzung eines fremden Nerven in den Muskel und die orthopädischen Operationen.

Die Nervenpfropfung ist nur möglich, wenn ein Parallelnerv in der Nähe verläuft. Sie beruht darauf, daß ein unverletzter Nerv aus der Umgebung zum Neurotisator für das periphere Ende des gelähmten wird. Die von Hofmeister angewandte Doppel- oder Vielfachpfropfung wird so ausgeführt, daß das zentrale und das periphere Ende des gelähmten Nerven an verschiedenen Stellen in einen gesunden Nerven

eingepflanzt werden. Foerster vereinigt den zentralen Neurotisator mit dem peripher zu neurotisierenden Nerven durch zirkuläre Naht, selbst wenn die Schnittflächen ungleich sind. Diese Methode hält Foerster für vorteilhafter als die Einpflanzung in einen am Nerven angelegten Längsschnitt.

Die Technik der Einpflanzung eines fremden Nerven in den gelähmten Muskel ist die der direkten Impfimplantation nach Heinecke-Erlacher.

Als orthopädische Operationen kommen Muskel- und Sehnenverpflanzungen, Sehnenverlängerung, Fascienplastik, freie Sehnen- und Muskelplastik, Tenodesen und Arthrodesen in Betracht.

Die Ersatzoperationen dürfen frühestens ein Jahr nach völlig erfolgloser Nervennaht vorgenommen werden.

Schließlich ist noch die Neurolyse zu nennen, die neben der Nervennaht weitaus am häufigsten vorgenommen wird. Sie findet im allgemeinen Verwendung, wenn keine Kontinuitätstrennung vorliegt. Man soll sich jedoch nicht ohne weiteres mit der äußeren Neurolyse begnügen. Häufig zeigen der bloße Aspekt und die Palpation, daß der Nerv narbig verändert ist. Resektion und sekundäre Naht ist dann selbstverständlich. In anderen Fällen scheint der Nerv nicht geschädigt zu sein, sondern nur durch narbige Veränderungen der Umgebung komprimiert. Dann ist es wichtig, durch die elektrische Untersuchung am freigelegten Nerven festzustellen, ob der Nerv noch leitungsfähig ist. Ergibt die Reizung des Nerven oberhalb der Verletzungsstelle keine Reizleitungsfähigkeit, ist zu resezieren. Dasselbe gilt für die Fälle, in denen bei elektrischer Reizung nur ein wichtiger Teil der vom Nerven versorgten Muskulatur anspricht. Ist nur ein unbedeutender Muskel, z. B. ein Muskel der Daumenballenmuskulatur oder ein Interosseus nicht zu erregen, ist die Resektion nicht erforderlich. Bei der sogen. inneren Neurolyse nach Stoffel wird der Nerv nach beiden Seiten hin vorsichtig in seine Fascikel aufgebündelt. Bestehende Strangulationen oder Verwachsungen werden gelöst, primär getrennte Fascikel genäht. Oft läßt sich deutlich erkennen, daß ein Teil des Nerven normale Fascikel enthält, während der andere Teil narbig verändert und leitungsunfähig ist. In diesem Fall wird empfohlen, nach Isolierung des veränderten Abschnittes zu resezieren und die partielle Naht vorzunehmen. Foerster zieht die Resektion des ganzen Querschnittes und anschließende totale Naht der partiellen vor.

VII. Die Erfolge der konservativen und operativen Behandlung der Nervenverletzungen.

Daß auch in schweren Fällen von Nervenverletzungen eine spontane Restitution möglich ist, steht außer Zweifel. Es ist anatomisch erwiesen und klinisch bestätigt, daß selbst völlig durchtrennte und in Narbengewebe eingebettete Nerven regenerationsfähig sind. Bei konservativer Behandlung erzielte Wexberg in schweren Fällen ohne operativen Eingriff in 21,8 Proz. der Fälle Heilung oder bedeutende Besserung, bei 30,4 Proz. geringe Besserung. Foerster entließ von 2160 nicht operierten Fällen 1320 = 60 Proz. geheilt, 660 = 30 Proz. gebessert und 180 = 10 Proz. ungebessert.

Ueber die Erfolge der chirurgisch behandelten Fälle liegen fast nur Sammel- und nur einige wenige Sonderstatistiken vor.

Franz konnte aus der Friedenschirurgie seit 1898 614 Nervennähte mit 460 = 75 Proz. Erfolgen zusammenstellen. Hierbei war der Prozentsatz der primären und sekundären Nähte gleich groß. Bei den sekundär vorgenommenen Nähten waren 3 Fälle, die 9, 10 und 14 Jahre nach der Verletzung operiert wurden.

Thorburne stellte in einem englischen Sanitätsbericht aus dem Weltkrieg fest, daß die Erfolge zwischen ein Drittel und zwei Drittel lagen. Etwas ausführlicher berichtet Frazier in einem amerikanischen Sanitätsbericht. Alle angegebenen Fälle wurden lange Zeit beobachtet und sehr gründlich von Neurochirurgen nachuntersucht. Nach dieser Zusammenstellung, die Nervennaht, Neurolysen und Transplantationen zusammenfaßt, war bei 470 Operierten in 34 Proz. der Fälle ein guter, bei 36 Proz. ein mittelmäßiger und bei 30 Proz. kein Erfolg zu verzeichnen.

Eine 1917 von Wexberg aufgestellte Sammelstatistik von 15 Autoren ergab bei der Nervennaht 49,4 Proz., bei partieller Resektion und Naht 47,1 Proz., bei der Neurolyse 70,2 Proz. Erfolge. Eine spätere Sammelstatistik aus dem Jahre 1919 von 19 Autoren verzeichnet unter 2620 Fällen bei der Nervennaht 55,32 Proz., bei partieller Naht 58,0 Proz., bei äußerer Neurolyse 64,07 Proz., bei innerer Neurolyse 58,89 Prozent Erfolge.

Die beste und aufschlußreichste Statistik von deutscher Seite ist die von Foerster, der sämtliche Fälle selbst operiert und nachuntersucht hat. Foerster gibt eine relativ hohe Erfolgsziffer an und führt diese auf seine exakte Indikationsstellung, ausgedehnte Resektion der Nervennarben und die mindestens 6 Wochen dauernde Ruhigstellung der Extremi-

tät nach der Operation zurück. Außerdem mißt er der zuweilen jahrelang durchgeführten elektrischen Nachbehandlung große Bedeutung für den Erfolg bei. Foerster stellt für die Beurteilung des Erfolges folgende Forderung. Als „geheilt" sind nur solche Fälle zu bezeichnen, bei denen die Funktion sämtlicher betroffenen Muskeln wiedergekehrt ist. Eine Ausnahme machen nur die Interossei pedis. Bei der Besserung muß mindestens 1 Muskel funktionell gebessert sein. Hierzu gehören also auch die Fälle, in denen nur 1 Muskel nicht funktionsfähig ist.

Die in seiner Statistik aufgeführten Fälle wurden in einem Zeitintervall von 5 Monaten bis zu einem Jahr nach der Operation nachuntersucht.

Von 788 Operationen führte Foerster 387 Nervennähte aus. Da 19 von diesen für die Beurteilung ausscheiden, bleiben 368 Fälle übrig. Unter diesen wurde bei 192 = 52,2 Proz. Heilung, 163 = 44,3 Proz. Besserung und 13 = 3,5 Proz. kein Erfolg erzielt.

Direkte Implantationen des Nerven in den Muskel wurden in 21 Fällen durchgeführt, von denen 14 für eine Beurteilung verwertbar waren. 13 = 92,8 % gingen in Heilung aus, 1 = 7,2 % war erfolglos. 4 mal wurde diese Methode am Radialis ausgeübt, davon einmal erfolgreich in den M.supinator longus, zweimal in den M.extens.digit.comm., 1 Fall geheilt, 1 Fall gebessert. Einmal wurden sämtliche Tricepsäste in den Muskel eingenäht, ausgenommen der erhaltene Ast für das Caput longum. Auch hier völlige Heilung. Außerdem wurden 7mal einzelne Tricepsäste erfolgreich in den Muskel implantiert. Im Medianusgebiet 3 Fälle, und zwar 2mal in die Daumenballenmuskulatur, einmal in den M. pronator teres. Alle Fälle mit vollem Erfolg. Der Musculocutaneus zweimal in den Biceps, der N. peroneus prof. einmal in den M. tibialis ant. und einmal in den M. extens. digit. comm., einmal N. glutaeus inf. und N. pudendus comm. in den M. glutaeus max., einmal die Tibialisäste für die Wadenmuskulatur in diese. Bei allen mit vollem Erfolg. Im Femoralisgebiet wurden die Aeste für den M. rectus femoris und M. vastus lat. in die gleichnamigen Muskeln implantiert, bei gleichzeitiger Naht der Aeste für die Mm. vastus med. und intermed. In diesem Falle zeigte sich die Restitution zuerst im M. vastus lat. Die übrigen Köpfe des Quadriceps zeigten später nur eine wesentliche Besserung. Schließlich wurden noch bei einer Ischiadicusläsion zwei Aeste erfolgreich in den M. biceps femoris implantiert.

Eine Nervenpfropfung nahm Foerster in 11 Fällen vor, jedoch scheiden zwei für die Beurteilung aus. Von den übrigen 9 Fällen gingen 6 = 66,6 % in Heilung aus, 3 = 33,3 % wurden gebessert. Die Pfropfung wurde 3 mal am Facialis vorgenommen (Neurotisator: Accessorius): 2 Heilungen, 1 Besserung. 1 mal am Ulnaris (Neurotisator: Medianus): Besserung. 1 mal am Musculocutaneus (Neurotisatoren: N. subscapularis und N. thoracicus ant. inf.): fast völlige Heilung. 2 mal am Axillaris (Neurotisator: Tricepsbahn): Besserung; (Neurotisator: Thoracicus dorsal.): Besserung. 1 mal am Tibialis (Neurotisator: Teil des Peroneus): Heilung. Einmal wurde der gelähmte 5. Cervicalnerv in den 4. eingepfropft, gleichzeitig der 6. genäht. Völlige Restitution des Axillaris und des Musculocutaneus.

Die freie Plastik wurde 21 mal ausgeführt, 5 mal am Radialis, 4 mal am Medianus, 11 mal am Ulnaris und 1 mal am Axillaris. Hierbei wurden 5 Heilungen erzielt, 13 Fälle erheblich gebessert, 2 waren ohne Erfolg. 1 Fall schied für die Beurteilung aus, da seit der Operation erst zu kurze Zeit verstrichen war. Schließlich berichtet Foerster über 5 Fälle von Lappenplastik, von denen 1 Erfolg bei einer Radialislähmung erzielt werden konnte. Die übrigen 4 Fälle betrafen den Radialis, Ulnaris, Facialis und Ischiadicus, jedoch war auch bei diesen Fällen das Zeitintervall seit der Operation für die Beurteilung noch zu kurz.

Eine Einzelangabe macht Bunnel, von dessen 83 Medianusnähten 66 % die Oppositionsfähigkeit des Daumens wiedererlangten. In 11 Fällen nahm er eine isolierte Naht des motorischen Endastes vor.

Foerster hat außerdem eine Statistik aufgestellt, die sich mit den Erfolgen der Nervennaht bei den einzelnen Nerven befaßt. Seine Angaben seien nachstehend kurz wiedergegeben.

Radialis: 110 Fälle, 4 scheiden aus, Rest 106, 61 = 57,4 Proz. Heilung, 41 = 38,6 Proz. Besserung, 4 = 4 Proz. ohne Erfolg.

Medianus: 85 Fälle, 3 scheiden aus, Rest 82, 36 = 44 Proz. Heilung, 44 = 53,7 Proz. Besserung, 2 = 2,3 Proz. ohne Erfolg.

Ulnaris: 64 Fälle, 28 = 43,9 Proz. Heilung, 35 = 54,9 Proz. Besserung, 1 = 1,2 Proz. ohne Erfolg.

Musculocutaneus: 22 Fälle, 19 = 86,4 Proz. Heilung, 3 = 13,6 Proz. Besserung, kein Mißerfolg.

Axillaris: 10 Fälle, 9 = 90 Proz. Heilung, 1 = 10 Proz. Besserung, kein Mißerfolg.

Ischiadicus: 44 Fälle, 12 = 27,3 Proz. Heilung, 27 = 61,3 Besserung, 5 = 11,4 Proz. ohne Erfolg.

Peroneus: 16 Fälle, 10 62,5 Proz. Heilung, 5 = 31,3 Proz. Besserung, 1 = 6,2 Proz. ohne Erfolg.

Tibialis: 10 Fälle, 6 60 Proz. Heilung, 4 = 40 Proz. Besserung, kein Mißerfolg.

Am besten waren die Erfolge beim Axillaris und Musculocutaneus, am schlechtesten beim Ischiadicus. Einen Unterschied bei früher oder später operierten Fällen in der Beurteilung der Heilerfolge lehnt Foerster ab.

Was den Zeitpunkt von der Operation bis zum Einsetzen der Restitution anbelangt, trat dieser in einer ganzen Zahl von Fällen ziemlich früh auf. Wie die Uebersicht ergab, setzte die Restitution bei früh oder spät Operierten fast zur gleichen Zeit ein.

Zeitraum bis zur Operation	Auftreten der Restitution
1— 3 Monate	5 Monate
4— 6 Monate	4,5 Monate
7— 9 Monate	5,1 Monate
10—19 Monate	5 Monate

Beim Medianus ist ein früher Beginn der Restitution oft zu beobachten. Diese kann 3—5 Wochen bis 2 Monate nach der Operation einsetzen. Auch beim Ulnaris setzt die Restitution nach ½ bis 2 Monaten ein. Beim Musculocutaneus und Axillaris ist die Frührestitution seltener. Noch später, frühestens nach 2 Monaten, beginnt die Restitution beim Ischiadicus, der Durchschnitt liegt bei 7 Monaten, das längste Intervall waren 12 Monate, im Peroneusgebiet 14,5 Monate. Die Frührestitution bedeutet jedoch nicht Frühheilung. Oft brauchen solche Fälle ebenso lange bis zur definitiven Heilung, wie die, bei denen die Restitution erst spät beginnt. Beim Radialis erfolgt die definitive Heilung frühestens nach 6 spätestens nach 40 Monaten. Der Durchschnitt liegt bei 19,5 Monaten. Beim Ischiadicus tritt diese frühestens nach 4, spätestens nach 40 Monaten ein. Der Durchschnitt liegt bei 24 Monaten. Doch sollte man die Höchstgrenze nur als Anhalt ansehen, gelegentlich tritt noch viel später Restitution ein. So beobachteten wir einen Kriegsbeschädigten, bei dem 1919 der durchschossene Ischiadicus genäht war. Nach 5 Jahren erst lernte er die Fußspitze zu heben.

Die Reihenfolge der Restitution in den einzelnen Muskeln verhält sich proportional zu der Wegstrecke, welche die aus dem zentralen Stumpf auswachsenden Fibrillen bis zum Erfolgsorgan zurückzulegen haben. Im allgemeinen wird angegeben, daß sich zuerst die Motilität, dann die elektrische Erregbarkeit und schließlich die Sensibilität bessert. Dies ist jedoch nicht ausnahmslos richtig, da die Sensibilitätsbesserung oftmals der Besserung der Motilität, oder die Besserung der elektrischen Erregbarkeit beiden vorauseilt.

Bei den einzelnen Nerven kehrt die Funktionsfähigkeit der von ihnen versorgten Muskeln in folgender Reihenfolge zurück:

Radialis: Triceps, bes. Caput long., Supinator long., Extens. carpi radial., Supinator brev., Extens. digit., Abductor pollic. long., Extensores pollic., Extens. carpi ulnar.

Ulnaris: Flex. carpi ulnar., Flex. digit prof. IV u. V, Adductor pollic., Interossei. Die Restitution der Interossei dauert oft besonders lange oder bleibt gänzlich aus.

Medianus: Pronator teres, Flex. carpi radial., Palmaris long., Flexores digit., Muskeln des Daumenballens, Lumbricales. Restitution der beiden letzten Gruppen dauert oft sehr lange oder bleibt ganz aus.

Musculocutaneus: Biceps vor dem Brachialis.

Axillaris: Erst hintere, dann mittlere, schließlich vordere Portion des Deltamuskels.

Ischiadicus: Zuerst die Wade, im Tibialisgebiet: Tibial. post., Flexores digit., Flex. halluc., zuletzt und sehr spät die Sohlenmuskulatur. Im Peroneusgebiet: Peroneus long., Peroneus brev., Extens. digit., Tibialis ant., Extens. halluc.

Die Wachstumsgeschwindigkeit ist abhängig von der Festigkeit der Narbe, der Stärke der Nervenfaser und noch anderen Faktoren. Im allgemeinen ist zu beobachten, daß mit Beginn der Restitution als erstes die direkte galvanische Muskelerregbarkeit einsetzt, es folgt dann die Besserung der Funktionen und schließlich kehrt, häufig erst viel später, die faradische Erregbarkeit wieder, die oft noch lange herabgesetzt bleibt.

VIII. Eigenbeobachtungen.

Aus den Jahren 1928—1937 konnten unter fast 30 000 Operationen 28 Fälle erfaßt werden, bei denen eine Nervennaht vorgenommen wurde und die in klinischer Behandlung waren. Diese Zahl beträgt nicht einmal 1 v. T. der in dieser Zeitspanne vorgenommenen Operationen und beweist, wieviel seltener derartige Nervenverletzungen im Frieden sind, da die Statistiken über die Häufigkeit der Nervenverletzungen im Kriege mit Prozentzahlen rechnen.

Von 28 operierten Fällen konnten 19 = 65,7 Proz. einer Nachuntersuchung unterzogen werden, 1 Patient ist in der Zeit verstorben, 2 Patienten konnten aus äußeren Gründen nur brieflich befragt werden. Dies ist immerhin schon eine Prozentzahl, die für eine Begutachtung in Frage kommt und die einen Vergleich mit anderen Statistiken zuläßt. Selbstverständlich sind diese Zahlen gegenüber dem von anderer Seite zusammengestellten Material sehr klein und somit nur unter Vorbehalt vergleichsweise verwendbar, dafür aber denkbar gründlich untersucht.

Sämtliche 19 Fälle (die Angaben der brieflich befragten Patienten sind im folgenden nicht berücksichtigt) betrafen die obere Extremität, und zwar waren die Ulnarislähmungen mit 8 Fällen = 42 Proz. an erster Stelle, dann kamen die Medianuslähmungen mit 6 Fällen = 32 Proz., die Radialislähmungen mit 2 Fällen = 10,5 Proz. und 1 Plexuslähmung = 5 Proz. In 2 Fällen = 10,5 Proz. lag eine kombinierte Medianus-Ulnarislähmung vor.

Ein Vergleich über die Erfolge der konservativen und der operativen Therapie ließ sich nicht anstellen, da nur die zur Operation gelangten Nervenverletzungen auf der Chir. Klinik behandelt wurden. Die Anzeigestellung zur Operation war in allen Fällen gemeinsam mit der Nervenklinik gestellt worden.

Die Nachuntersuchungen wurden so durchgeführt, daß zuerst auf der Chir. Klinik die Funktionsprüfungen, sodann in der Neurol. Poliklinik die Prüfungen der Sensibilität und der elektrischen Erregbarkeit vorgenommen wurden.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Nachuntersuchungen sind nachstehend in einer Kasuistik wiedergegeben.

Fall 1. Ewald H., 41 Jahre. Diagnose: Ulnarislähmung re. Pat. stieß mit dem Ellenbogen gegen eine Glasscheibe. Die stark blutende Wunde wurde im Krankenhaus verbunden. Sofort nach dem Unfall trat Kältegefühl im halben 4. und 5. Finger auf. Nachdem Pat. 3 Monate lang von einem

Heilgehilfen erfolglos elektrisiert worden war, bemerkte er, daß Hand und Finger schmaler wurden. Deshalb suchte er die Klinik auf.

Befund 9 Monate nach der Verletzung: Am re. Arm in Höhe des lateralen Epicondylus findet sich eine 3 cm lange, mit der Unterlage fest verwachsene, reaktionslose Narbe. Spreizung des 2. bis 4. Fingers teilweise, des 5. völlig unmöglich. An der Hand Paresen und umschriebener Sensibilitätsausfall im Ulnarisgebiet. Elektrisch: Bei galvan. Strom träge Zuckungen des Flexor carpi ulnaris; farad: Herabsetzung der Erregbarkeit des Flexor carpi ulnaris, des Flexor digitorum prof. u. Fehlen der Interossei II—IV sowie des Lumbricalis V.

Operation: Längsexcision und scharfe Präparation des Ulnaris von zentral und peripher her. Es besteht eine Kontinuitätstrennung des Nerven etwa zu $^3/_4$ seiner Stärke. Der Nerv wird völlig durchtrennt, die Enden bis ins Gesunde hinein reseziert. Der zentrale Stumpf wird in den peripheren nach Längsspaltung desselben eingepflanzt. Hautnaht und Gipsverband in Streckstellung des Ellenbogen. Keine Nachbehandlung.

Nachuntersuchung nach 9 Jahren: Subjektiv keine Besserung nach der Operation. Leichte Atrophie des Kleinfingerballen. Abductor V. und Opponens V. fehlen. Interosseus dorsal IV. sowie Abductor pollic. atrophisch. Große Kälteempfindlichkeit. Neurologisch: Faradisch: Opponens V. fehlt. Flexor carpi ulnaris u. Flexor digit. prof. zu erregen (Besserung). Interossei fehlen. Galvanisch: Flex. carpi uln. u. Flex. digit. prof. sind zu bekommen. Abductor V. nur mit starken Strömen. Interosseus stark herabgesetzt. Sensibel: Hypaesthesie von Mitte des Unterarms an der Außenseite bis zu den Spitzen des 4. und 5. Fingers.

Ergebnis: Nur geringe Besserung.

Fall 2. Karl Adalbert v. P., 4 J. Diagnose: Ulnarislähmung re. Vor 8 Monaten fiel Pat. mit li. Ellenbogen in Glasscherben. Die stark blutende Wunde wurde versorgt. Nach guter Wundheilung zunächst keine Störung. Seit sechs Monaten ließ die Beweglichkeit des 4. und 5. Fingers nach, der Arm wurde immer dünner. Eine neurol. Untersuchung ergab kompletten Ulnarisausfall mit EAR der zugehörigen Muskeln und sensiblen Ausfall.

Befund 8 Monate nach der Verletzung: Am li. Ellenbogen, oberhalb des Epicondylus med., zieht eine reizlose Narbe über die Beugeseite des Unterarms. Li. Unterarm gegen re. atrophisch, 4. und 5. Finger stehen in leichter Krallenstellung, können nur durch kompensatorische Darstellung des Handgelenkes gestreckt werden. Elektr.: EAR der vom

Ulnaris versorgten Muskulatur. Sensibilitätsstörung im Ulnarisbereich.

Operation: Bogenförmiger Schnitt vom li. Unterarm am Olecranon zum Oberarm. Der Ulnaris wird aus dem Nervengewebe gelöst. Beim Uebergang in den M. flex. digit. prof. und M. flex carpi ulnar. findet man eine 1 cm lange Narbe, oberhalb dieser ein Neurom. Nach Resektion eines 3 cm langen Stückes wird der Nerv zur Ermöglichung einer spannungslosen Naht über den Epicondylus gelagert. Einbetten des Nerven in die Muskulatur, Wundschluß, Gipsverband bei rechtwinklig gebeugtem Ellenbogen. Keine Nachbehandlung.

Nachuntersuchung nach 3 Jahren: Subjektiv stellte sich im Anschluß an die Operation allmähliche Besserung ein, die Finger blieben gerade, das normale Gefühl kehrte zurück und die Durchblutung der Haut besserte sich. Es besteht keine Krallenstellung des 4. und 5. Fingers mehr, nur bei Faustschluß ist eine geringe Schwäche des kleinen Fingers nachzuweisen. Neurologisch: Abductor digit V. faradisch und galvanisch nicht zu bekommen.

Nachuntersuchung nach 4 Jahren: Abductor V. vollkommen funktionstüchtig, nur bei Adduktion geringe Schwäche nachweisbar.

Ergebnis: Völlige Heilung bis auf geringe Schwäche im 5. Finger.

Fall 3. Elisabeth Sch., 40 Jahre. Diagnose: Ulnarislähmung re. Im September 1934 stürzte Pat. mit dem re. Vorderarm in Flaschenscherben. Die stark blutende Wunde wurde genäht. Es traten Sensibilitätsstörungen gegen warm/kalt, Berührungs- und Schmerzunempfindlichkeit unterhalb der Verletzungsstelle auf. Pat. ist als Bademeisterin leicht Verbrühungen ausgesetzt. Als Massage und Elektrisieren nichts halfen, suchte sie die Klinik auf.

Befund 5 Monate nach der Verletzung: An der re. Hand in Höhe des Handwurzelgelenks volar an Kleinfingerseite ca. 4 cm lange unregelmäßige, eingezogene Narbe. Im Ulnarisgebiet der Hand und einem Teil des Daumenballens sowie an Volarfläche des Daumens ausgesprochene Unempfindlichkeit für Wärme, Kälte, Berührung und Schmerz. Abduktion des 4. und 5. Fingers nicht völlig möglich. Grobe Kraft der Hand nicht gestört.

Operation: Längsschnitt über der Ulna auf der volaren Seite des Unterarms. Der Ulnaris liegt über der Fascie und ist in einer Ausdehnung von ca. 2 cm in einen dicken Strang verwandelt. Die Kontinuität ist nicht verletzt. Die kolbige Verdickung wird reseziert, End- zu Endnaht. Wundschluß, volare Gipsschiene bei leichter Flexion im Handgelenk. Nachbehandlung: 3 Wochen elektrisiert und 9 Monate massiert.

Nachuntersuchung nach 3 Jahren 6 Monaten: Im Anschluß an die Operation fühlte Pat. kalt und warm als Schmerz, während vorher keinerlei Gefühl vorhanden war. Pat. kann wieder voll arbeiten, da auch die grobe Kraft nur noch wenig herabgesetzt ist. Es besteht eine Anlage zu Krämpfen im 3. bis 5. Finger, sobald Pat. einen Gegenstand längere Zeit festhält. Beide 5. Finger im Mittelgelenk gebeugt, re. etwas mehr als links. Andeutung derselben Stellung im 3. und 4. Finger. Vollgestreckt wird nur der 2. Finger (angeborene Kamptodaktylie). Faustschluß gut. Adduktion und Abduktion des re. Daumens etwas schwächer. Re. Zeigefinger kann nicht gespreizt werden. Streckung aller Finger im Mittel- und Endgelenk gut. Abductor und Opponens V. schwach. Neurologisch: Nur Interosseus I galvanisch nicht zu erregen. Sensibel: Hypalgesie im Ulnarisgebiet des 5. Fingers unterhalb des Handgelenks.

Befund nach 4¾ Jahren: Keine Atrophie, keine Sensibilitätsstörungen und keine motorischen Ausfälle mehr. Pat. fühlt sich geheilt.

Ergebnis: Fast völlig geheilt zu betrachten. Pat. ist wieder voll arbeitsfähig.

Fall 4. Gerhard Sch., 12 Jahre. Diagnose: Ulnarislähmung li. Durchtrennung der Sehne des Flex. carpi ulnar. März 1934 stürzte Pat. mit der li. Hand in Glasscheibe. Wunde wurde nur oberflächlich genäht. Als nach einigen Wochen Verband abgenommen wurde, war Streckung des 4. und 5. Fingers nicht mehr möglich.

Befund 11 Monate nach der Verletzung: Auf der Beugeseite des li. Handgelenks verläuft eine auf der Unterlage nicht verschiebliche Narbe. Zeige- und Ringfinger in Beugekontraktur. Spreizen der Finger intakt. Sensibilität nur für Berührung an Fingerspitzen und Kleinfingerballen vorhanden. Beim Versuch aktiv zu strecken, verschiebt sich Narbe distalwärts. Endglieder können gebeugt werden, alle Gelenke frei.

Operation: Längsschnitt über Kleinfingerballen, das Handgelenk überquerend, bis 1½ Finger breit über den Proc. styloid. Man stößt auf das verdickte zentrale Ende des Ulnaris. Es zeigt sich, daß das zentrale Ende des M. Flex. carpi ulnar. mit dem peripheren Ende des Nervus ulnaris vernäht ist. Nach Lösung dieser Verbindung werden die entsprechenden Nerven- bzw. Sehnenenden sorgfältig durch Naht vereinigt. Hautnaht. Fixation durch dorsale Gipsschiene. Keine Nachbehandlung.

Nachuntersuchung nach 3 Jahren 4 Monaten: Atrophie des Kleinfingerballens und der Spatia interossea bes. I. und V. Beugekontraktur des 4. Fingers im Mittelgelenk mit kompensatorischer Ueberstreckung am Endgelenk. Li. Hand i. g. schmaler als die re. Keine sichere

Aktion des Adductor pollic., anscheinend auch Ausfall des einen Kopfes des Flexor. Streckung des 4. Fingers nicht vollständig. Adductor digit. V. vorhanden. Keine gröberen Sensibilitätsstörungen, funktionell kein merklicher Ausfall. Neurologisch: Der hyperaesthetische Bezirk im Ulnarisgebiet unterhalb des Handgelenks gegenüber früher wesentlich kleiner geworden. Galvanisch: Alle Muskeln prompt erregbar, nur im Kleinfingerballen träge Zuckung. Faradisch: Deutliche Herabsetzung im Kleinfingerballen, im letzten Interosseus eine Spur.

Ergebnis: Subjektiv geringe Besserung, auch die Motilität etwas gebessert. Die Sensibilitätsstörung ist bezüglich des Ausmaßes kleiner geworden. Die elektr. Erregbarkeit weist nur im Gebiet des Kleinfingerballen einen pathologischen Befund auf.

Fall 5. Günter N., 5 Jahre. Diagnose: Ulnarislähmung re. Kind fiel mit dem re. Handgelenk in Glasscherben. Nach Heilung der Wunde, die genäht worden war, erwies sich der Faustschluß als unmöglich, der re. Unterarm war schwächer als der li., der 5. Finger war taub.

Befund 4 Monate nach der Verletzung: Auf der ulnaren Seite des Handgelenks volar ca. 3 cm lange reizlose Narbe. Kleinfingerballen fehlt fast vollständig, Interossei III. und IV eingesunken. Leichte Krallenhandstellung. Bei Streckung werden 4. und 5. Finger überstreckt, Spreizung und Adduktion dieser Finger unterbleibt. Sensibilität für Schmerz und Berührung im Bereich des Kleinfingerballens und der Beugeseite des ganzen 5. Fingers gestört. Elektr.: Farad. ist von allen vom Ulnaris versorgten kleinen Handmuskeln nur Interosseus III. zu bekommen. Galvan. in den gelähmten Muskeln träge Zuckung.

Operation: Längsschnitt über Kleinfingerballen bis 3 cm unterhalb des lig. carpi volar. Der zentrale Stumpf des Ulnaris ist an seinem Ende verdickt. Nach Durchtrennung des lig. carpi volar. wird das periphere Ende aufgefunden. Nach Resektion des Neuroms werden die Enden vernäht. Wundschluß. Fixation in Beugestellung der Hand und Streckstellung der Finger durch dorsale Gipsschiene. Nachbehandlung: 10 mal elektrisiert.

Nachuntersuchung nach 3 Jahren 5 Monaten: Im Anschluß an die Operation trat wesentliche Besserung ein, nur beim Schreiben ist Kind noch etwas behindert, außerdem ist die Hand leichter ermüdbar. Beim Fautschluß werden 4. und 5. Finger nicht voll eingeschlagen. Keine Atrophie der Finger sowie der Interossei. Rechte Hand etwas kleiner als die linke. Kein merklicher Ausfall der vom Ulnaris versorgten Muskulatur. Neurologisch: Galv. nur noch im Interosseus IV. träge Zuckung. Farad. sind die Muskeln

des Daumenballens und der Abductor V. etwas herabgesetzt. Sensibel besteht leichte Hypalgesie volar und dorsal am 5. Finger.

Ergebnis: Es scheint sich um fast vollständige Restitution zu handeln, da subjektiv und objektiv eine wesentliche Besserung festzustellen ist.

Fall 6. Heinz P., 8 J. Diagnose: Ulnarislähmung li. Vor 2 Monaten fiel der Junge hin und brach den li. Arm im Ellenbogengelenk. Der behandelnde Arzt stellte eine Luxation fest und renkte den Arm ein. Hierdurch wurde der Arm in seiner Streckfähigkeit behindert, die Beugung ist nicht wesentlich beeinträchtigt. Außerdem bestand eine Ulnarislähmung. Ein erneut zugezogener Arzt machte eine Rö-Aufnahme, die eine Absprengung des Epicondylus med. ergab.

Befund 2 Monate nach der Verletzung: Konturen des Ellenbogens nicht verändert. Beugung nur bis zum re. Winkel möglich, Streckung wenig beeinträchtigt. Neurologisch: Sensibilitätsstörung im Ulnarisgebiet der Hand. Atrophie der Interossei mit entsprechendem Ausfall der Fingerbewegung. Abschwächung der Ulnarflexion der Hand. Partielle EAR der vom Ulnaris versorgten Muskeln der Hand. Herabsetzung der Erregbarkeit des Flex. carpi ulnaris.

Operation: Schnitt an der med. Seite des li. Ellenbogen. Freilegen und Auslösen des Ulnaris bis zum Septum intermuskulare. An der vom Unfall betroffenen Stelle ist der Nerv 3 cm pathologisch verändert, von matt-rötlicher Farbe. Dieser Teil wird reseziert. Nervennaht und Verlagerung des Nerven auf die Beugeseite. Wundschluß. Gipsschiene bei rechtwinklig gebeugtem Ellenbogen. Nachbehandlung: 2 Monate lang elektrisiert.

Nachuntersuchung nach 1 Jahr 2 Monaten: Deutliche Besserung. Atrophie der vom Ulnaris versorgten Muskeln zurückgegangen bis auf den Abductor V. und die Interossei. Sensibilitätsstörung besteht im gleichen Ausmaß wie früher.

Ergebnis: Subjektiv und funktionell wesentliche Besserung. Sensibilitätsstörung unverändert. Da es sich anscheinend um den Zustand einer fortschreitenden Regeneration handelt, wird weitere elektr. Behandlung empfohlen.

Fall 7. Waldtraut K., 10 J. Diagnose: Ulnarislähmung re. Pat. stürzte auf den re. Unterarm, der gebrochen wurde. Ein Arzt legte Gipsverband an. Als 14 Tage später eine Rö-Aufnahme die schlechte Stellung des Bruchs ergab, wurde ein neuer Gipsverband angelegt. Beim Entfernen des Gipsverbandes nach 4 Wochen konnte das Kind die Finger,

besonders den 4. und 5., nicht strecken. Massage und Bestrahlungen waren erfolglos.

Befund 8 Monate nach der Verletzung: Geringe Verkürzung des re. Unterarms gegen li. Am Uebergang vom mittleren zum distalen Drittel des Unterarms ist der Knochen unregelmäßig und verdickt. Alle Finger können mühelos passiv bis zum völligen Handschluß gebeugt werden. Aktive Streckung der Finger III—V nur in geringem Maße möglich, hierbei wird das Handgelenk gebeugt, die Grundphalangen werden überstreckt. Mittel- und Endphalangen bleiben in Beugestellung, am stärksten am 5. Finger, auch der 2. wird nicht völlig gestreckt. Die kleinen, vom Ulnaris versorgten Handmuskeln zeigen geringe Atrophie, so daß die Metacarpalia deutlicher heraustreten als li. Neurologisch: Isolierte Ulnarisschädigung. Die betroffenen Muskeln (Muskeln des Kleinfingerballens, Interossei, Lumbrikales III. und IV., Adductor pollic. brev.) sind atrophisch und zeigen komplette EAR. Sensibilitätsstörung im Ulnarisgebiet der Hand im Bereich des 5. Fingers und eines keilförmigen Hautbezirks am äußeren Handrand bis zum äußeren Knöchel.

Operation: Längsschnitt über mittlerem Drittel der Beugeseite der Ulna. Proximal und distal von der Läsion wird der Ulnaris ohne Schwierigkeit freigelegt, in der Mitte des Unterarms ist er schlingenartig gegen den Kallus zu in Schwielen fixiert. Das Freipräparieren ist an dieser Stelle schwierig und zeigt, daß das zentrale Ende des Nerven zuerst kolbig aufgetrieben ist und dann in einen dünnen, grauen Narbenstrang übergeht. Dieser setzt sich nach 1—2 cm in normales Nervengewebe fort. Es besteht eine völlige Kontinuitätstrennung des Ulnaris. Durch einen 2. Schnitt hinter dem Epicondylus med. wird der Nerv nach vorn unter die oberflächlichen Beuger gelagert. Hiernach kann das pathologische Nervenstück reseziert werden. Die Nervennaht läßt sich ohne Spannung ausführen. Wundschluß. Gips in Beugestellung des Unterarms und Handgelenks. Nachbehandlung: 1½ Jahre elektrisiert.

Nachuntersuchung nach 2 Jahren 2 Monaten: Kind kann alle Arbeiten verrichten, ist in keiner Weise mehr behindert, die Krallenstellung der Hand besteht nicht mehr. Abduktionskontraktur des re. 5. Fingers. Interosseus dors. IV. anscheinend nicht funktionstüchtig, sonst keine merklichen Ausfälle. Finger werden kräftig gespeizt und gestreckt. Wieder fast völlig normales Gefühl im 5. Finger. Neurologisch: Galvan. und farad. alle Muskeln gut erregbar.

Ergebnis: Subjektiv und objektiv fast völlige Heilung.

Fall 8. Johanna K., 31 Jahre. Diagnose: Ulnarislähmung re. Pat. stürzte beim Fallen von einem Stuhl mit dem re. Vorderarm in die Scherben eines zersprungenen Weckglases. Ein Arzt versorgte die stark blutende Wunde, indem er mehrere Unterbindungen und Hautnähte anlegte. Sofort nach der Verletzung bemerkte Pat., daß sie den 4. und 5. Finger nicht beugen konnte, der 2. und 3. Finger waren behindert, an der Außenseite der Hand bestanden Gefühlsstörungen.

Befund 3 Monate nach der Verletzung: Am distalen Ende der Beugeseite des re. Unterarms ca. 4 cm lange Narbe, die in ihrem Verlauf dem inneren Rand der Ulna entspricht und an der Handwurzel endet. Die Finger der re. Hand, besonders der 4. und 5., sind im Mittelgelenk etwas gebeugt, im Endgelenk sind die Finger völlig gestreckt (angedeutete Krallenhand). Kleinfingerballen und Interossei etwas atrophisch. Der 4. und 5. Finger sind kälter als die übrige Hand. Ulnare Abduktion etwas gestört. Spreizen zwischen 3. und 4. und 4. und 5. Finger nicht möglich, desgl. das Zusammenbringen der passiv gespreizten Finger. Störung der Sensibilität des ganzen 5. Fingers und seines Ballen bis zur Handwurzel, sowie des 4. Fingers dorsal und volar. Der 3. Finger ist intakt.

Operation: Excision der Narbe. Freilegung der in Narben eingebetteten Sehnen des Flex. carpi ulnaris, der Beugesehnen des Flex. digit. sublim. des 4. und 5. Fingers sowie des N. ulnaris. Alle Sehnen sind durchtrennt, hängen z. T. bindegewebig zusammen. Der Nerv ist frei durchtrennt. Vereinigung der korrespondierenden Nerven- und Sehnenenden. Nach Wundschluß wird der Arm in Beugestellung der Hand auf Kramerschiene gelagert. Keine Nachbehandlung.

Nachuntersuchung nach 5 Jahren 5 Monaten: Subjektiv bedeutende Besserung bis auf geringe Behinderung der groben Kraft. Mäßige Atrophie der Spatia interossea I., II., III. Finger III.—V. in Krallenstellung. Flexion von 90 G. im Mittelgelenk möglich. Passive Streckung der Finger nur bei Beugung im Handgelenk sowie völliger Beugung in den Grundgelenken ausführbar. Beugung möglich bis zum Faustschluß. Die Streckhemmung beruht z. T. auf einer Verkürzung der verletzten Beugesehnen. Die Beugung der Endglieder des 3. und 4. Fingers sind als Funktion des Flex. prof. nur angedeutet. Neurologisch: Farad. Abductor V. stark herabgesetzt, desgl. die Interossei. Daumenmuskeln fehlen. Galvan: Adductor pollic. träge, Flex. pollic. fehlt. Abductor V. träge. Sensibel: Hypalgesie im Ulnarisgebiet der Hand und des halben Vorderarms.

Ergebnis: Nur geringe funktionelle und neurologische Besserung.

Fall 9. Friedrich T., 41 J. Diagnose: Medianuslähmung re. Pat. erhielt wegen Lues eine kombinierte Spritzkur. Bei der 3. NeoS-Injektion trat heftiger Schmerz an der Injektionsstelle auf, Pat. fiel in Ohnmacht. Am nächsten Tag war der ganze Arm rot, geschwollen und sehr schmerzhaft. Als die Hand nach 14 Tagen abgeschwollen war, bemerkte Pat., daß er den 1., 2. und 3. Finger der re. Hand nicht richtig bewegen konnte, und daß er kein Gefühl in diesen Fingern hatte. Pat. trug den Arm 6 Wochen lang in der Binde, wonach dieser versteifte und in Narkose gelöst werden mußte.

Befund 1 Jahr nach der Verletzung: Der 1., 2. und 3. Finger können aktiv nicht gebeugt werden. Neurologisch: Vollständige Medianuslähmung. Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet des Nerven an der Hand und im Bereich des Cutaneus antibrachii med.

Operation: Hautschnitt über der ulnaren regio cubitalis, beginnend im Sulcus bicipitis med. über dem deutlich fühlbaren Infiltrat, das freigelegt wird. Isolierung des Medianus ober- und unterhalb dieser Stelle. Das Narbengewebe wird excidiert. Im Bereich der Infiltrationsstelle ist nur etwas grünlich gefärbtes Bindegewebe vorhanden. Oberhalb der Stelle ein Endneurom mit umgeschlagenen Nervenfasern. Die degenerierten Teile werden reseziert, die Nervenenden bei rechtwinklig gebeugtem Arm vereinigt. Wundschluß. Nachbehandlung: Elektrisieren, Massage, Bewegungsübungen.

Nachuntersuchung nach 5 Jahren: Subjektiv wird 50proz. Besserung angegeben. Pat. arbeitet in seinem alten Beruf als Maschinenschlosser. Es besteht noch eine Atrophie der beiden letzten Glieder des 2. Fingers, der kegelförmig zugespitzt ist. Die Flexion ist schwächer als bei den übrigen. Leichte Atrophie des 3. und 4. Fingers. Bei Faustschluß bleibt der Zeigefinger 1 cm zurück. Die gesamte vom Medianus versorgte Daumenmuskulatur ist vorhanden, jedoch schwächer. Neurologisch: Farad. ist nur der Flex. pollic. nicht sicher zu bekommen. Calvan. fehlen Pronator quadratus und der Opponens. Flexor pollic. ist herabgesetzt. Sensibel bestehen keine Störungen mehr bis auf eine ganz geringe, sich aufhellende Hypaesthesie am 1. und 2. Finger.

Ergebnis: Funktionell und neurologisch ist eine wesentliche Besserung zu konstatieren.

Fall 10. Ernst Sch., 35 Jahre. Diagnose: Medianuslähmung re. Pat. schlug in der Trunkenheit mit dem re. Arm in eine Glasscheibe und zog sich tiefe Weichteilverletzungen oberhalb des re. Handgelenks zu. Einlieferung zur sofortigen Operation.

Befund sofort nach der Verletzung: Auf der Beugeseite des re. Unterarms, oberhalb des Handgelenks, be-

findet sich eine 8 cm lange, quer verlaufende, verschmutzte Schnittwunde, in der durchschnittene Sehnenenden flottieren. Keine starke Blutung. Beugungsfähigkeit des Mittelfingers aufgehoben, an den übrigen, außer am Daumen, herabgesetzt. Die Sensibilität ist nicht zu prüfen. Außerdem befindet sich noch eine kleinere Schnittwunde etwas oberhalb, eine weitere auf der Streckseite des Thenar.

Operation: Nach Wundexcision zeigt sich, daß alle oberflächlichen Beugesehnen außer der des Daumens durchtrennt und z. T. weit retrahiert sind. Von den tiefen Beugesehnen ist die des 3. Fingers durchschnitten, der N. medianus ist völlig durchtrennt. Zum Auffinden der Sehnenenden Verlängerung des Schnittes, sodann werden die korrespondierenden Nerven- und Sehnenenden bei starker Flexion des Handgelenks vereinigt. Wundschluß. Gipsschiene bei starker Flexion im Handgelenk. Nachbehandlung: 10—12 Massagen.

Nachuntersuchung nach 20 Monaten: Pat. übt seinen Beruf als Ofensetzer weiter aus, benutzt aber im wesentlichen den 4. und 5. Finger sowie die li. Hand. Funktionell fehlt der Abductor pollic. brev. Opponens fast gut. Es scheint auch der oberflächliche Kopf des Flex. brev. vorhanden zu sein. Spreizen der Finger gut. Starke Schweißsekretion der Hand. Neurologisch: Galvan. fehlt nur der Abductor pollic. Farad. fehlt gleichfalls nur der Abductor pollic. Sensibel besteht eine Hypalgesie der Vola mit Ausnahme des 4. und 5. Fingers.

Ergebnis: Subjektiv und klinisch ist im Verhältnis zur Schwere der Verletzung eine deutliche Besserung erkennbar, jedoch ist die Gebrauchsfähigkeit nicht im befriedigenden Maße wiederhergestellt. Dies ist im wesentlichen auf die noch bestehende Sensibilitätsstörung im Bereich des 1. bis 3. Fingers zurückzuführen.

Fall 11. Werner W., 15 Jahre. Diagnose: Medianuslähmung li. Pat. stürzte bei einem Zusammenstoß vom Rad. Es traten Schmerzen im Ellenbogen auf, der Arm konnte nicht bewegt werden. Pat. trug 3 Wochen lang einen Gipsverband und hatte im Anschluß hieran im Arm und in der Hand kein Gefühl mehr. Trotz Elektrisierens wurde der Arm dünner, die Hand begann sich zu krallen. Jetzt hat Pat. ständig Schmerzen im Ellenbogen, er kann die Hand nicht drehen und nichts anfassen. Der 2. und 3. Finger sind gefühllos, in den anderen Fingerspitzen besteht Kribbeln.

Befund 1 Jahr nach der Verletzung: Li. Arm abgemagert, am meisten am distalen Ende und an der Hand und bietet das typische Bild der ischaemischen Kontraktur. Hand leicht gebeugt, nach Kleinfingerseite abduziert. Finger werden in den Mittelgelenken gebeugt gehalten, Daumen

leicht gebeugt, alle Finger abduziert, 2. bis 4. Finger in den Fingergrundgelenken leicht dorsal gehoben. Spatia interossea eingesunken, Kleinfinger- und Daumenballen abgeflacht. Hand und Unterarm fühlen sich kühl an. Beugung im Ellenbogengelenk frei. Pro- und Supination nur angedeutet. Beugung und Streckung im Handgelenk ebenfalls nur angedeutet, desgl. radiale und ulnare Abduktion. Beugung der Finger in den Grundgelenken möglich. Bei Streckung und Dorsalflexion bleibt der 5. Finger zurück. Am besten gehen diese Bewegungen mit dem 3. und 4. Finger. Streckung der Finger in den Mittel- und Endgelenken bis zum gewissen Grade möglich, diese erfolgt aber unter gleichzeitiger Dorsalflexion im Handgelenk. Spreizen und Zusammenführen der Finger nicht möglich, der Daumen kann gespreizt und etwas abduziert werden. Eine Opposition findet nicht statt, hierbei Beugung im Daumenendgelenk. Neurologisch: Es fehlen galvan. und farad. die kleinen Hand- und Fingermuskeln. Von der dorsalen Muskulatur weist nur der Extensor digit. comm. galvanisch rasche Zuckung auf, jedoch ist auch hier faradisch mit erträglichen Strömen keine Zuckung zu bekommen. Sensibel: Berührungsempfindung und Tiefensensibilität intakt. Schmerz wird von der Handwurzel abwärts schwächer empfunden, in den Fingerspitzen besteht eine Ueberempfindlichkeit.

Operation: Schnitt in li. Ellenbeuge, etwa im Verlauf der A. radialis, bzw. A. brachialis. A. radialis zeigt sich im Lacertus fibrosus wie eingeschnürt, die Wandung verdickt, das Lumen eben durchgängig. Dieser Abschnitt der Arterie wird reseziert. Beim Verfolgen des Medianus nach abwärts sieht man, daß er handbreit oberhals des Handgelenks in schwieliges Bindegewebe übergeht, nachdem er sich 3 Querfinger oberhalb plötzlich stark verjüngt hat. Nach der Isolierung ist er streichholzdick. Die darunter liegende tiefe Muskulatur ist gelb und fast blutleer. Die veränderte Partie des Medianus wird 4 cm weit reseziert. Zur Ermöglichung einer spannungslosen Vereinigung der Nervenenden werden die Aeste reseziert, die in der Ellenbeuge zu den tiefen Fingerbeugern abgehen, weil diese vollständig entartet sind. Nervennaht. Wundschluß. Gipsverband bei rechtwinkliger Stellung des Ellenbogens. Keine Nachbehandlung.

Nachuntersuchung nach 7 Monaten: Der Zustand, der sich im Anschluß an die Operation deutlich gebessert hatte, hat sich seit der Entlassung nicht verändert. Pat. kann den alten Beruf nicht mehr ausüben und ist jetzt Zeitungsfahrer. Es besteht eine Pronationskontraktur sowie Flexionskontrakturen des Daumens und der Finger. Die Ulnafraktur ist in guter Stellung verheilt. Die Hand ist etwas kälter als die gesunde und gegen kaltes Wasser empfindlich. Der Daumenballen ist atrophisch, eine Opposition fehlt. Aktion der

kurzen Beuger vorhanden. Es fehlen Abductor pollic. brev. und Abductor V. Merkliche Atrophie des 5. Fingers. Radialispuls nicht vorhanden (Resektion). Neurologisch: Galvan. und farad. fehlt der Abductor pollic. Sensibel besteht typische Hypaesthesie im Medianusgebiet.

Ergebnis: Es handelt sich um eine beginnende Medianusregeneration, bei der weitere elektrische Behandlung erfolgversprechend ist. Der Pat. soll sich nach mehreren Monaten wieder vorstellen, da eine Sehnenverlängerung den therapeutischen Effekt unter Umständen wesentlich verbessern könnte.

Fall 12. Wilhelm R., 53 Jahre. Diagnose: Medianuslähmung li. Juni 1915 erlitt Pat. eine Verwundung am li. Oberarm, die durch eine Blutvergiftung und einen Abszeß an der Verwundungsstelle kompliziert war. Im Lazarett wurde festgestellt, daß eine Schlagader und der Nervus medianus durchschossen waren. Pat. wurde mehrfach operiert, behielt jedoch eine Schwäche der li. Hand zurück. Seit September 1929 bestehen fast ständig Schmerzen im li. Oberarm.

Befund 15 Jahre nach der Verletzung: Am li. Oberarm innen zwei parallel verlaufende reaktionslose Operationsnarben. In der Mitte der medial liegenden Narbe ist ein fingergliedgroßer Knoten unter der Haut deutlich fühlbar. Dieser ist etwas verschieblich und druckschmerzhaft. Die Schmerzen strahlen bis in die Spitzen der Finger I., II. und III. aus. Es besteht eine Muskelatrophie des ganzen Arms, der Hand und der Finger. Daumen und Zeigefinger stehen in Streckstellung und sind aktiv nicht beweglich. Neurologisch: Im Verlauf des Medianus ist eine deutliche Nervennarbe zu tasten, die druckschmerzhaft ist. Alle vom Medianus versorgten Muskeln sind elektrisch nicht mehr erregbar.

Operation: Excision der alten Narbe. Bei der Präparation stellt sich heraus, daß der Medianus eine Kontinuitätstrennung von 8 cm Ausdehnung aufweist. Die Lücke ist durch Narbengewebe ausgefüllt. Am proximalen Ende ein spindelförmiges Neurom, das abgetragen wird. Das periphere Ende zeigt weitgehende Degeneration. Da die Entfernung zwischen den Nervenenden eine Vereinigung unmöglich macht, wird das proximale Ende gespalten und beide Nervenenden durch Umkehranastomose vereinigt. Wundschluß. Schienenverband. Keine Nachbehandlung.

Nachuntersuchung nach 7 Jahren 9 Monaten: Subjektiv hat Pat. seit der Operation keinerlei Besserung verspürt. Neben den zwei alten Narben findet sich am li. Oberarm die reaktionslose Operationsnarbe, die mit der Muskulatur verwachsen ist und sich bei Bewegungen mitbewegt. In der medial liegenden Narbe findet sich eine blei-

stiftdicke empfindliche Anschwellung, die etwa dem Medianusverlauf entspricht (Neuromrecidiv). Atrophie der Finger. Kegelförmige Zuspitzung der Endglieder, besonders des 1. und 2. Fingers. Teilatrophie des Daumenballen. Glanzhaut, vermehrte Schweißsekretion. Beugekontraktur im Ellenbogengelenk. Geringe konzentrische Kontraktur der li. Schulter. Teilatrophie der volaren Vorderarmmuskulatur, am stärksten bei den am medialen Epicondylus ansetzenden Muskeln. Daumen in leichter Adduktion, kann nicht opponiert werden. Funktion des kurzen Daumenbeugers sowie Adduktion gut. Völliger Ausfall des Abductor pollic. brev. Der Erfolg der radialen Abductoren ist auffallend gering. Der lange Daumenbeuger fehlt. Beugekontraktur des Daumens im Grundgelenk. Beide Beuger des Zeigefingers völlig ausgefallen. Geringe Aktion des tiefen Beugers III. Gute Aktion der tiefen Beuger IV. und V. Die oberflächlichen Beuger sind nicht vorhanden, fraglich beim 5. Finger. Spreizen der Finger behindert. Radialispuls li. merklich schwächer als re. Neurologisch: Sensibel besteht Hypaesthesie und Hypalgesie im Medianusgebiet der Hand. Faradisch und galvanisch fehlen Flex. carpi radialis, Flex. pollic. long., Abductor pollic. brev. und Opponens. Die Supination sicherlich durch den Brachioradialis.

Ergebnis: Neuromrecidiv. Bis auf eine geringe Besserung der elektr. Erregbarkeit ist subjektiv und objektiv kein Erfolg zu verzeichnen.

Fall 13. Otto B., 46 Jahre. Diagnose: Medianuslähmung bds. Im Juni 1932 Suicidversuch mit einer Rasierklinge. Hände hingen nach hinten über. In einem Krankenhaus wurden die durchschnittenen Sehnen und Nerven genäht. Nach der Wundheilung suchte Pat. die Charité auf, um dort weiter behandelt zu werden. Die Behandlung bestand in Heißluft und Massage. Bis heute noch, also 6 Jahre lang, elektrisiert Pat. sich selbst.

Nachuntersuchung nach 6 Jahren: Pat. kann seinen Beruf als Kaufmann nicht mehr ausüben, sondern muß von seinem Bruder ernährt werden. Nach seinen Angaben setzte nach der Operation bis heute eine anhaltende Verschlechterung ein. Bei kaltem und nassem Wetter treten starke Schmerzen in den Fingern auf. Der 1., 2. und 3. Finger bds. sind kälter als die übrigen und völlig gefühllos. Hochgradiger Schwund der Daumenballenmuskulatur. Starke Atrophie des 2. Fingers. Pat. benutzt nur die 4. und 5. Finger. Es fehlt bds. der Abductor pollic. Vorhanden ist bds. der Opponens I. Li. sind beide Köpfe des Flex. pollic. brev. vorhanden, re. nur der ulnare Anteil. Fingerspreizen re. schlecht. Die Streckung ist gut ausführbar mit Ausnahme des 5. Fingers. Neurologisch: Li. fehlt faradisch und galvanisch nur der Abductor

pollic. brev. Alle übrigen Muskeln sind prompt zu erregen. Re. fehlen faradisch der Abductor pollic. brev., die Interossei III. und IV. und die Lumbricales. Galvanisch sind Abductor pollic. brev., Interosseus III. und Lumbricales IV. und V. nicht zu bekommen. Sensibel besteht li. Hypalgesie an Daumen und Zeigefinger, re. im gesamten Medianusgebiet der Hand.

Ergebnis: Im Anschluß an die Operation trat kein Zeichen einer Besserung, sondern eine dauernd zunehmende Verschlechterung ein.

Fall 14. Hugo D., 42 Jahre. Diagnose: Medianuslähmung li. Pat. fiel in Glasscherben und zog sich eine Schnittverletzung des li. Unterarms dicht über dem Handgelenk zu. Die Wunde wurde ärztlich versorgt. Im Anschluß an den Unfall trat eine hochgradige Gefühlsstörung der radialen Hälfte der li. Hand auf, so daß sich Pat. mit der Zigarette die radiale Seite des Mittelfingers verbrannte, ohne es zu spüren.

Befund 4 Monate nach der Verletzung: Am li. Unterarm eine 3 cm lange schräg über die Beugeseite radialwärts verlaufende Narbe ca. 2 Querfinger oberhalb der Handwurzel. Der distale Teil der Narbe ist sehr empfindlich. Bei Berührung strahlen Schmerzen bis in die Spitze des 2. und 3. Fingers aus. Typische Sensibilitätsstörung im Sinne einer Medianusläsion, völlige Taubheit des 2. Fingers dorsal bis zum Mittelgelenk, volar bis zum Grundgelenk. Völlige Taubheit auf der Beugeseite des Armes. Am 3. Finger ist die radiale Hälfte auf der Beugeseite total, auf der Streckseite bis zum Mittelgelenk unempfindlich. Desgleichen die Hohlhand im Bereich des Daumenballens.

Operation: Längsschnitt im Bereich der Narbe, der bis in das lig. carpi volare verlängert wird. Der völlig durchtrennte proximale Stumpf des Medianus ist leicht aufzufinden. Das freie Ende weist ein Neurom auf. Das schwer auffindbare distale Ende liegt narbig eingebettet unter dem distalen Teil des ebenfalls durchtrennten M. palmaris long. Die Nervenenden werden aufgefrischt. End- zu Endnaht des Nerven. Zur Vermeidung einer zu starken Spannung wird die Hand in starke Beugestellung gebracht. Das freie periphere Ende des M. palmaris long. wird durch Naht an Beugemuskulatur des Unterarms fixiert. Wundschluß. Kramerschiene in Beugestellung. Nachbehandlung: Einige Wochen elektrisieren und Massage.

Nachuntersuchung nach 5 Jahren 5 Monaten: Nach der Operation ergab sich keine Besserung der Sensibilität. Pat. kann den früheren Beruf als Schneider nicht mehr ausüben, sondern ist jetzt als Arbeiter tätig. Adduktion, Abduktion und Opposition des Daumens aktiv und passiv gut.

Die Finger werden aktiv und passiv mit guter Kraft gespreizt. Die Beugung der vom Medianus versorgten Finger aktiv und passiv gut. Neurologisch: Es fehlt nur faradisch der Flexor pollic. Sensibel besteht auf der volaren Seite Analgesie und Anästhesie des 2. und 3. Fingers von der Spitze bis zu den Grundgelenken. Hypästhesie und Hypalgesie am Daumen an der Radialseite des 4. Fingers und der radialen Hälfte der Hohlhand. Dorsal besteht Hypästhesie und Hypalgesie an den Endgliedern des 2., 3. und 4. Fingers.

Ergebnis: Die hochgradige Sensibilitätsstörung ist in keiner Weise durch die Operation gebessert worden.

Fall 15. Paul Z., 46 Jahre. Diagnose: Radialislähmung li. Beim Hantieren mit einem Gewehr drang ein mit Entenschrot geladener Schuß aus 1/2 m Entfernung in den li. Oberarm, dicht über dem Ellenbogengelenk. Da Pat. die Amputation verweigerte, wurde der Arm in Gipsverband gelegt. Es handelte sich um eine Schußfraktur, deren Bruchenden in schlechter Stellung verheilten, indem das obere Ende nach innen, das untere nach oben und außen disloziert war. Durch Ueben brachte Pat. den Arm wieder zu voller Gebrauchsfähigkeit, nur ist die Dorsalflexion des li. Handgelenks nicht möglich. Außerdem besteht Atrophie der Streckmuskulatur des li. Unterarms. An der Streckseite des li. Oberarms befindet sich eine ca. 10 cm lange, nicht druckschmerzhafte Narbe, die nicht verschieblich ist und bei Druck auf eine bestimmte Stelle elektrisiert. An der Beugeseite befindet sich im unteren Bicepsgebiet eine zweimarkstückgroße Narbe, die bei Bewegungen mitgeht. Das Ellenbogengelenk kann bis 80 Grad gebeugt, bis 140 Grad gestreckt werden. Die Pronation ist gegenüber rechts etwas eingeschränkt. Bei Fautschluß will der 4. und 5. Finger nicht ganz herein. Strecken der Finger nicht möglich. Sensibilität o. B.

Operation: Der Radialis wird in der linken Ellenbeuge aufgesucht. Beim Verfolgen nach obenhin verbreitert sich der Nerv neuromartig. Er endet an dem lateral vorspringenden, verheilten Knochenbruch. Hier ist er völlig durchquetscht. Einige Zentimeter oberhalb davon findet man das zentrale Ende des Radialis, das auch hier kolbig aufgetrieben ist. Nach Abtragen der veränderten Nervenenden resultiert ein Zwischenraum von ca. 6—8 cm, so daß eine Vereinigung der Enden nicht möglich ist. Zirka 3—4 cm von den Enden entfernt wird der Nerv in der Mitte durch Längsschnitt gespalten. Jetzt läßt sich durch Umkehranastomose die Nervennaht bei rechtwinklig gebeugtem Arm vornehmen. Wundschluß. Schienenverband. Keine Nachbehandlung.

Nachuntersuchung nach 6 Jahren 2 Monaten: Es besteht eine deform geheilte Oberarmschuß-

fraktur li. Beugestellung des li. Ellenbogengelenks mit Streckhemmung. Atrophie sämtlicher Fingerstrecker. Totale Radialislähmung. Neurologisch: Die Extensoren sind galvanisch und faradisch nicht zu bekommen. Sensibilität o. B.

Ergebnis: Die Operation hat die Radialislähmung in keiner Weise gebessert.

Fall 16. Günther H., 22 Jahre. Diagnose: Radialislähmung li. Im Juli 1937 gingen Pat. 2 Pferde mit dem Pflug durch, rissen ihn um und schleiften ihn ein Stück, wobei der Pflug über den Körper hinwegging. Pat. erlitt 2 klaffende Wunden am Gesäß und re. Oberschenkel, außerdem verspürte er einen Schlag gegen den li. Oberarm. Am nächsten Tag war der Oberarm geschwollen. Pat. bemerkte, daß er die Hand nicht mehr heben konte. Die Schwellung ging nach einigen Tagen vollständig zurück, jedoch blieb die Lähmung bestehen. Es bestanden starke Schmerzen sowie ein prickelndes Gefühl an der Außenseite des Oberarms und in den Fingerspitzen. Trotz Massage und Elektrisierens besserte sich die Lähmung nicht. Die Nervenklinik überweist Pat. zur Operation.

Befund 3 Monate nach der Verletzung: Bei vorgestrecktem Arm hängt die Hand schlaff herab. Bei gleichzeitiger ulnarer Abduktion ist die Streckung im Handgelenk unmöglich, desgleichen die Streckung der Grundgelenke der Finger, während Mittel- und Endgelenke gestreckt werden können. Abduktion des Daumens aktiv unmöglich. Faustschluß ausführbar, rohe Kraft etwas herabgesetzt. Mäßige Atrophie der Unterarmstreckmuskulatur. An der lateralen Streckseite des Oberarms verläuft etwa in der Mitte eine längsgerichtete 8 cm lange, flache Narbe. Im Bereich ihres proximalen Endes tastet man in den Weichteilen über dem Knochen einen spindligen, bohnengroßen, derbweichen Knoten, der bei Druck Elektrisierungsgefühl auslöst. Sensibel: Nur zwischen Metacarpale I und II dorsal kleine ovale hypaesthetische Zone. Elektr.: Alle Unterarmstrecker, einschl. M. brachioradialis, faradisch unerregbar, galvanisch träge Zuckung.

Operation: 10 cm langer Spiralschnitt an Außenseite des li. Oberarms in Höhe der Narbe. Beim Eingehen zwischen lateralem und medialem Kopf des Triceps finden sich narbige Verwachsungen der Muskulatur. Zunächst gelangt man auf einen 3 mm dicken Nervenstrang, der in Höhe der Narbe spindlige Auftreibung und narbige Degeneration aufweist. Der Nerv wird aus den Verwachsungen gelöst und zentral- sowie distalwärts 5 cm weit verfolgt. Es zeigt sich, daß es sich um einen hoch abgehenden Ast des Radialis handelt. Der Radialis selbst wird weiter medialwärts freigelegt, er ist bleistiftdick und läßt entsprechend der Narbe eine endoneurale narbige Degeneration erkennen. Der Nerv wird nach proximal und

distal in einer Gesamtlänge von 15 cm isoliert. Beim Beugen im Ellenbogengelenk ist eine Resektion von mehreren Zentimetern ohne weiteres möglich. Die normal aussehenden Querschnitte werden durch Naht vereinigt, der Nerv in die Tricepsmuskulatur eingebettet. Gipsverband in Beugestellung des Ellenbogengelenks. Nachbehandlung: 3 Monate lang elektrisiert.

Nachuntersuchung nach 10 Monaten: Pat. empfindet geringe Besserung, kann jedoch mit der Hand als Landarbeiter nicht mehr arbeiten. Es bestehen noch Empfindungsstörungen und Schwäche in der li. Hand und im li. Unterarm. Li. Hand- und Ellenbogengelenk frei beweglich. Rohe Kraft der Hand und im li. Handgelenk herabgesetzt. Maximale Dorsalflexion der Hand bei ausgestrecktem Arm eingeschränkt. Beim Spreizen der Finger erfolgt Beugung der ulnaren Finger. Abduktion des Daumens mangelhaft. Supination schwächer als Pronation. Neurologisch: Faradisch: Der Radialis und die Muskeln des li. Unterarms reagieren nur bei starken Strömen mit schwachen Muskelzuckungen. Galvanisch: Sämtliche Muskeln sind träge erregbar. Sensibel: Entsprechend der sensiblen Versorgung durch den Radialis besteht verminderte Berührungsempfindung, Hypalgesie und geringere Empfindlichkeit gegen kalt/warm.

Ergebnis: Es handelt sich um ein Stadium der Regeneration. Die Bewegungsfähigkeit ist wesentlich gebessert, es besteht nur noch eine hochgradige Schwäche in den vom Radialis versorgten Muskeln. Eine weitere elektr. Behandlung wäre dringend anzuraten.

Fall 17. Rudolf B., 23 Jahre. Diagnose: Totale Plexuslähmung re. Im Mai 1934 fuhr Pat. mit dem Motorrad gegen einen Torweg und erlitt eine Gehirnerschütterung sowie einen Schlüsselbeinbruch, der blutig gestellt wurde. In der Nachbehandlung wurden galvanische und faradische Ströme ohne jeden Erfolg angewandt. Die Haut war gegen Berührung und Schmerz so unempfindlich, daß beim Elektrisieren drei große Brandwunden entstehen konnten, ohne daß Pat. es bemerkte. Seit 6 Wochen beobachtet Pat. ein von der Schulter peripherwärts ziehendes Kribbeln. Er hat das Gefühl, als wenn der Arm wieder lebendig wird. Die Haut über der Schulter ist wieder normal empfindlich, und Pat. kann seit einigen Tagen geringe Bewegungen im Schultergelenk ausführen.

Befund 8 Monate nach der Verletzung: Re. Schulter und re. Arm sehr atrophisch. Im Bereich des re. Schlüsselbeines befindet sich eine 12 cm lange winklig verlaufende Narbe, an deren Scheitel eine Vorbeugung zu sehen ist. Der Knochen ist auf das Dreifache der li. Clacicula verdickt. Die gesamte Schulterblatt- und Brustmuskulatur ist entsprechend atrophisch. Re. Hand cyanotisch und auffallend

trocken. Es besteht ein leichtes Oedem des Handrückens, das den Schwund der Interossei verdeckt. Deutlicher Schwund der Kleinfinger- und Daumenballenmuskulatur. Aktiv keine Bewegung der Finger, des Arms und des Ellenbogens. Im Schultergelenk sind Wackelbewegungen mit Hilfe des M. pectoralis, M. levator scapulae, M. trapecius möglich. Der Deltoideus wird nicht innerviert. Oberarmumfang li. = 30 cm, re. = 23,5 cm, Unterarmumfang li. 27,3 cm, re. 23 cm. Neurologisch: Faradisch: Keine Erregung der gelähmten Muskeln. Galvanisch: Ueberall träge Zuckung, auch vom Nerven aus ist der Plexus nicht ansprechbar. Es handelt sich um eine vollständige Plexuslähmung mit kompletter EAR. Sensibel: Ausgedehnte Anaesthesie am Unterarm, an der Hand und der Vorderseite des Oberarms bis zur Gegend der Clavicula.

Operation: Schnitt entlang der Außenseite des Sternocleidomastoideus in Richtung zum Warzenfortsatz. Isolierung der oberflächlich gelegenen Stränge des Plexus. Es zeigt sich, daß der Plexus in einer Ausdehnung von 2—2,5 cm in derbes Bindegewebe umgewandelt ist. Die Zerstörungsstelle der Nervensubstanz liegt ca. 2 Querfinger oberhalb der Clavicula. Der freigelegte Plexus erweist sich als fingerdickes Konvolut, aus dem die einzelnen Wurzelstränge entwickelt werden. C 5, 6, 7, 8 werden isoliert, zerstörte Partien reseziert und die restierenden Enden mobilisiert, so daß Vereinigung der Enden möglich ist. D 1 ist im foramen intervertebrale ausgerissen. Vor diesem hat sich eine kirschkerngroße Duracyste gebildet, die eröffnet und übernäht wird. Naht der Nervenenden, D 1 kann nicht versorgt werden. Nachbehandlung: Von März 1935 bis April 1936 wurde Pat. faradisiert. Ein bemerkenswerter Erfolg war nicht zu verzeichnen. Bis zum Herbst 1936 gelegentliche Massagen. Anfang Nov. 1936 setzte ganz leichte Bewegung des Biceps ein. Darauf bis März 1937 erneut faradische Behandlung. Fortschreitende Regeneration des Biceps, zunehmende Empfindlichkeit im Oberarm, die bis zum Herbst 1937 auf den Unterarm übergreift. Okt. 1937 ist bei den Beugesehnen des Unterarms eine leichte zunehmende Funktion bemerkbar, die sich in der folgenden fünfmonatigen Behandlungszeit (Faradisieren und Massieren) weiterhin besserte, indem die Empfindlichkeit am Unterarm und vornehmlich in der Handfläche stetig zunahm. Im Anschluß an die Beugemuskeln des Unterarms setzt Regeneration der Beuger der Handfläche ein, so daß die Finger leicht gekrümmt werden können. Im Lauf der Zeit hat sich eine allgemeine Beherrschung des Armes herausgebildet (Pendelbewegung beim Gehen, Festklemmen von Gegenständen an den Körper usw.).

Nachuntersuchung nach 3 Jahren 3 Monaten: Zwei reizlose Operationsnarben, eine in der Ober-,

eine in der Unterschlüsselbeingrube. Gut geheilter Schlüsselbeinbruch in der lateralen Hälfte. Drahtschlinge unter der Haut tastbar, Haut darüber verdünnt. Atrophie des Ober- und Untergrätenmuskels, des Deltoideus, der gesamten Armmuskulatur. Funktionell: Völliger Funktionsausfall des Latissimus dorsi und der Außenrotatoren. Teilweise vorhanden sind Teres major und Subscapularis, der hintere Teil des Deltoideus sowie die Portio clavicularis des Pectoralis major. Verhältnismäßig gut der Biceps, keine Funktion des Triceps und der dorsalen Hand- und Fingermuskeln. Leichte Funktion des Pronator teres. Angedeutete Beugung der Hand sowie des 3. und 4. Fingers, Supination anscheinend nur durch Biceps. Adduktionskontraktur des Daumens, hochgradige Atrophie der Handballen. Beugekontraktur im Ellenbogen. Neurologisch: Faradisch: Vom Plexus aus nur der obere Teil des Trapezius zu erregen. Deltoideus herabgesetzt. Der Triceps ist direkt mit erträglichen Strömen nicht zu erregen, desgleichen die gesamten Extensoren der Hand. Biceps ist gut zu erhalten. Flexor carpi ulnaris und Flexor carpi radialis sind zu erregen, jedoch gegen links stark herabgesetzt. Kleine Handmuskeln nicht erregbar. Galvanisch: Vom Plexus aus ist nur der Trapezius erregbar. Triceps, Brachioradialis nicht zu bekommen. Deltoideus und Pectoralis weisen träge Zuckung auf. Der Biceps ist prompt zu erhalten. Extensor carpi radialis reagiert auf mittlere Ströme, die übrigen Extensoren und kleinen Handmuskeln sind nicht zu erregen. Sensibel: Hypalgesie auf der Außenseite des Unterarms vom Ellenbogen abwärts.

Ergebnis: Zustand der Regeneration. Trotz der spät eingesetzten Restitution ist bei weiterer elektr. Behandlung eine fortschreitende Besserung zu erwarten.

Fall 18. Edmund J., 31 Jahre. Diagnose: Ulnaris- und Medianuslähmung, li. Im Oktober 1936 geriet Pat. mit li. Hand in Kreissäge. Die Hand wurde in der Handwurzel von lateral her halb durchtrennt. Die sofortige klin. Operation brachte im Lauf mehrerer Monate nicht den erwünschten Erfolg, so daß Pat. die Charité aufsucht.

Befund 7 Monate nach der Verletzung: Am li. Handgelenk an der Ulnarseite eine über der Basis des Metacarpale V. beginnende und sich in leicht schrägem Verlauf auf Beugeseite des Handgelenks erstreckende reizlose Narbe. Sie ist 14 cm lang und auf der Unterlage schwer verschieblich. Li. Hand steht in Krallenstellung, Spreizen der Finger unmöglich, Beugen der Finger II.—V. wesentlich eingeschränkt, radialwärts zunehmend. Der kleine Finger ist fast unbeweglich und kann nicht ausgiebig gestreckt werden. Der Zeigefinger kann leidlich allein bewegt werden, der 3. und 4. nur gemeinsam. Die grobe Kraft der Hand ist fast völlig aufgehoben. Sensibel:

Fast völlige Anaesthesie im Bereich des Ulnaris und Medianus der li. Hand. Elektr.: M. abductor. brev.., M. adductor und Opponens pollic. galvanisch nur bei stärksten Strömen und faradisch träge zu erregen, desgleichen Interosseus I. und II. M. flexor pollic. brev., die Lumbricales sowie die übrigen Interossei nicht zu bekommen. Da der Unfall erst 4 Monate zurückliegt, soll mit der Operation noch 2 Monate gewartet werden. Die neurologische Untersuchung ergibt 2 Monate später Funktionsausfall und Atrophie sämtlicher distal von der Narbe vom Ulnaris und Medianus versorgten Muskeln. Diese Muskeln sind elektr. weder faradisch noch galvanisch zu erregen. Es findet sich außerdem typischer Sensibilitätsausfall im Bereich des Ulnaris- und Medianusgebietes distal der Narbe für alle drei Qualitäten.

Operation: Nach Excision der alten Narbe zeigt sich, daß die Wunde seinerzeit ohne Berücksichtigung der durchschnittenen Nerven und Sehnen nur durch Hautnähte geschlossen wurde. Die Sehne des M. flexor carpi ulnaris ist durchtrennt, das proximale Ende retrahiert und mit der Muskulatur verwachsen. Da die Nerven zunächst nicht auffindbar sind, wird die Haut des Unterarms in 5 cm Ausdehnung gespalten. Jetzt zeigen sich die proximalen Enden des Ulnaris und Medianus, die beide an ihrem Ende ein Neurom aufweisen. Durch Spaltung der Haut der Hohlhand werden auch die distalen Enden gefunden. Die Neurome werden abgetragen, die Nervenenden vereinigt und die Sehne des M.flexor carpi ulnaris am Sehnenspiegel der Hohlhand fixiert. Gipsschiene bei rechtwinklig abduzierter Hand. Nachbehandlung: 1 Jahr lang Massage und Elektrisieren.

Nachuntersuchung nach 12 Monaten: Pat. stellt eine wesentliche Besserung fest, die 6—8 Wochen nach der Operation einsetzte und langsam, aber sicher fortschreitet. Seinen Beruf als Tischler kann er jedoch zur Zeit nicht ausüben. Die Krallenhand ist nicht mehr vorhanden. Opponens pollic. fehlt, vom Abductor pollic. brev. eine Spur vorhanden. Flexor pollic. ist kräftig, Adductor halbkräftig. Opponens und Abductor V nicht vorhanden. Atrophie der Interossei wesentlich zurückgegangen. Flexor V fehlt. IV schlecht (Folge der Sehnenverletzung). Streckung der Endglieder gut. Leichte Beugekontraktur des 4. und 5 Fingers. Neurologisch: Faradisch: Medianus und Ulnaris direkt gut erregbar. Opponens, Adductor und Abductor I und V. sowie Lumbricales und Interossei fehlen. Galvanisch: Abductor I, Adductor I, Opponens I, Opponens V, Interossei und Lumbricales fehlen. Abductor V träge Zuckung. Sensibel: Hyperaesthesie der Vola. Hypaesthesie der Dorsalfläche des 5. Fingers.

Ergebnis: Während die Motilität bereits wesentliche Besserung aufweist, sind die Ergebnisse der neurologischen

Untersuchung geringer. Es handelt sich um ein Stadium der Regeneration. Eine weitere Nachbehandlung ist zu empfehlen.

Fall 19. Hermann P., 41 Jahre. Diagnose: Medianuslähmung li., kombinierte Ulnaris- und Medianuslähmung re. Juni 1928 lag Pat. mit über 40 Grad Fieber infolge doppelseitiger Lungenentzündung im Krankenhaus. Im Fieberwahn schlug er mit beiden Händen auf den Nachttisch, wobei Gläser und Flaschen entzwei gingen. Hierbei zerschnitt er sich beide Arme über dem Handgelenk. Auch die Pulsadern sollen beiderseits durchschnitten gewesen sein. Die Wunde wurde genäht. Als der Verband 4 Wochen später entfernt wurde, bestand der jetzige Zustand, der auch durch Massage nicht gebessert werden konnte.

Befund 8 Monate nach der Verletzung: Ueber dem li. Handgelenk eine kleine, bis über die Mitte reichende Narbe, die über dem re. Handgelenk verläuft, von der Ulna bis zur medialen Seite der Vola. Es besteht deutliche Atrophie der Daumenballen, re. stärker als li. Die Spatia interossea sind etwas eingesunken. Trophische Störung der Haut am 3. und 4. Finger, bds. Li.: Infolge einer alten Fraktur ist Pronation und Supination nicht möglich. Adduktion des Daumens gut, Abduktion unmöglich. Die Finger können gespreizt, gebeugt und gestreckt werden. Elektr.: Es fehlen die vom Medianus versorgten Daumenballenmuskeln. Re.: Daumen steht etwas abduziert, im Grundgelenk leicht, im Endgelenk stärker gebeugt. Der 2. bis 5. Finger sind in den Mittel- und Endgelenken gebeugt, der 2. und 3. weniger, der 4. und 5. stärker. Daumen nicht streckbar. Er kann jedoch abduziert und adduziert werden, die Opposition ist nicht möglich. Die übrigen Finger können in den Mittel- und Endgelenken nicht gestreckt werden, jedoch sind Beugung und Streckung in den Grundgelenken möglich. Elektr.: Es fehlen alle kleineren Handmuskeln im Ulnaris- und Medianusgebiet.

Operation: Dieselbe wird nur re. vorgenommen. Entfernen der alten Narbe und Freilegen des Ulnaris und Medianus, die beide in der Kontinuität durchtrennt sind. An der Verletzungsstelle findet sich eine 1 cm lange, mit der Umgebung verwachsene, derbe Narbe. Die Narbe wird excidiert, die Nervenstümpfe werden unter starker Volarflexion des Handgelenks miteinander vernäht. Lagerung auf Kramerschiene. Nachbehandlung: 1 Jahr später wurde eine Nachoperation vorgenommen, über deren Art nichts bekannt ist.

Nachuntersuchung nach 9 Jahren 4 Monaten: Die li. Hand wurde seinerzeit nicht operiert und weist denselben Befund wie nach dem Unfall auf. Die Finger der re. Hand wurden im Anschluß an die Operation täglich wieder krummer. Auch die 1930 durchgeführte Nachoperation wies

keinen Erfolg auf. Seit 1936 arbeitet Pat. als Träger, kann jedoch nur leichte Lasten tragen. Es besteht eine Atrophie sämtlicher Muskeln der re. Hand, die kontrakturiert ist. Krallenhand in ausgedehntem Maße. Dorsalflexion der Hand möglich. Volarflexion gut. Die Finger können nicht gespreizt werden. Neurologisch: Partielle EAR im Flexor pollic. und Interesseus I. und II. In allen übrigen Muskeln komplette EAR. Sensibel: Bis auf kleinen umschriebenen Bezirk am

Übe

Nr.	Name	Alter	Diagnose	Zeit b. z. Operation	Befund
1.	Ewald H.	41 J.	Ulnarislähmung	9 Monate	Partielle Kontinuitätstrennung
2.	Karl-Adalbert v. P.	4 J.	Ulnaris „	8 Monate	Nervennarbe-Neuro
3.	Elisabeth Sch.	40 J.	Ulnaris „	5 Monate	2 cm dicker Strang
4.	Gerhard Sch.	12 J.	Ulnaris „	11 Monate	Totale Kontinuitätstrennung
5.	Günter N.	5 J.	Ulnaris „	4 Monate	Totale Kontinuitäts-trennung - Neurom
6.	Heinz P.	8 J.	Ulnaris „	2 Monate	Nervennarbe
7.	Waldtraut K.	10 J.	Ulnaris „	8 Monate	Totale Kontinuitäts-trennung - Neurom
8.	Johanna K.	31 J.	Ulnaris „	3 Monate	Totale Kontinuitätstrennun
9.	Friedrich T.	41 J.	Medianus „	12 Monate	Totale Kontinuitäts-trennung - Neurom
10.	Ernst Sch.	35 J.	Medianus „	sofort	Totale Kontinuitätstrennun
11.	Werner W.	15 J.	Medianus „	12 Monate	Nervennarbe
12.	Wilhelm R.	52 J.	Medianus „	15 Jahre	Totale Kontinuitäts-trennung - Neurom
13.	Otto B.	46 J.	Medianus „	sofort	Totale Kontinuitätstrennun
14.	Hugo D.	42 J.	Medianus „	4 Monate	Totale Kontinuitäts-trennung - Neurom
15.	Paul Z.	46 J.	Radialis „	1 Jahr 8 Monate	Totale Durch-quetschung - Neuro
16.	Günther H.	22 J.	Radialis „	3 Monate	Nervennarbe
17.	Rudolf B.	23 J.	Lähmung des Plexus brachialis	8 Monate	Nervennarben
18.	Edmund J.	31 J.	Ulnaris- u. Medianuslähmung	7 Monate	Totale Kontinuitäts-trennung - Neurom
19.	Hermann P.	41 J.	Ulnaris- u. Medianuslähmung	8 Monate	Totale Kontinuitätstrennun

Kleinfingerballen, wo eine geringe Hypaesthesie vorhanden ist, ist die Sensibilität der re. Hand nicht gestört.

Ergebnis: Keine Besserung gegenüber dem Befund vor der Operation.

Zwei Patienten konnten wegen der großen Entfernung nicht zur Nachuntersuchung erscheinen und gaben auf Anfrage über den Operationserfolg schriftlich Bescheid.

h t

rative Maßnahmen	Nachbehandlung	Zeit b. z. Nachunters.	Ergebnis
ktion, Einpflanzung ngsspaltung	—	9 Jahre	Geringe Besserung d. elektr. Erregbark.
ktion, Verlagerung,	—	3 Jahre	Fast völlige Heilung
ktion, Naht	3 Wochen elektris. 9 Monate massiert	3 Jahre 6 Mon.	Wesentliche Besserung
	—	3 Jahre 4 Mon.	Geringe Besserung
ktion, Naht	10 mal elektrisiert	3 Jahre 5 Mon.	Fast völlige Heilung
ktion, Naht, gerung	2 Monate elektrisiert	1 Jahr 2 Mon.	Wesentl. Besserung Fortschrt. Regener.
ktion, Naht, gerung	1 ½ Jahre elektrisiert	2 Jahre 2 Mon.	Fast völlige Heilung
	—	5 Jahre 5 Mon.	Nur geringe Besserung
ktion, Naht	Elektrisieren Massage	5 Jahre	Wesentl. Besserung
	10-12 Massagen	20 Monate	Deutl. Besserung
ktion, Naht	—	7 Monate	Beginnende Regeneration
ktion, Naht, hranastomose	—	7 Jahre 9 Mon.	Kein Erfolg, Neuromrecidiv
	6 Jahre Massage u. elektrisieren	6 Jahre	Kein Erfolg
ktion, Naht	Einige Wochen elektris. u. Massage	5 Jahre 5 Mon.	Kein Erfolg
Umkehranasto- n. Längsspaltung	—	6 Jahre 2 Mon.	Kein Erfolg
ktion, Naht	3 Monate elektrisiert	10 Monate	Wesentl. Besserung Stad. d. Regenerat.
ktion, Naht	3 Jahre 3 Monate massiert u. elektris.	3 Jahre 3 Mon.	Zustand d. Regener. Bereits etwas gebess.
ktion, Naht	12 Mon. Massagen u. elektrisieren	12 Monate	Stad. d. Regenerat. Wesentl. Besserung
ktion, Naht	nach 1 Jahr Nachoperation	9 Jahre 4 Mon.	Kein Erfolg

Paul B., 12 Jahre. Diagnose: Medianuslähmung re. durch Sturz. Nach der Wundversorgung blieben Daumen, Zeige- und Mittelfinger gefühllos.

Befund 4 Wochen nach der Verletzung: Degenerative Entartung des Medianus 2 cm oberhalb des lig. carpi volaris. Bei der Operation wurde die veränderte Partie des Nerven reseziert, der Nerv sekundär genäht. Nach 9 Jahren 8 Monaten teilt der Pat. mit, daß er das Schlosserhandwerk erlernt hat und sich zur Zeit als Gefreiter bei einem Flakregiment befindet. Seine Hand bereitet ihm keinerlei Schwierigkeiten, nur muß er, um etwas „Feines" zu fühlen, die gesunde Hand benutzen. Dieser Fall ist wohl als fast völlig geheilt zu bezeichnen.

Kaspar M., 22 Jahre. Diagnose: Radialislähmung bei Zertrümmerungsfraktur des li. Oberarms.
Befund 6 Monate nach der Verletzung: Totale Kontinuitätstrennung des Radialis, das zentrale Ende ist in Callus, das periphere in Narbengewebe eingebettet. Bei der Operation wurden die Nervenstümpfe aus dem Callus- bzw. dem Narbengewebe isoliert, die veränderten Partien reseziert. Da der Defekt für die Wiedervereinigung der Enden zu groß war, wurden die Stümpfe in Längsrichtung gespalten und dann vernäht. Der Pat. wurde sodann dreimal wöchentlich mit Heißluft und Massage 6 Wochen lang behandelt. Wie der Pat. jetzt nach 3 Jahren 3 Monaten mitteilt, wurde er später, als keine Anzeichen einer Besserung auftraten, nochmals in einer anderen Anstalt nachoperiert. Dort wurde eine Sehnenverpflanzung vorgenommen.

Dieser Fall geht daher für eine Beurteilung in unserem Sinne verloren.

Abweichend von der Statistik von Foerster ist zunächst einmal festzustellen, daß in unserem Fall die Ulnarislähmungen an erster Stelle stehen, die Radialislähmungen dagegen wesentlich geringer sind. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich in der unterschiedlichen Ursache der Nervenverletzungen in Krieg und Frieden zu suchen. Bei Schußverletzungen werden häufiger die tiefer gelegenen Nerven betroffen, die Verletzungen im Frieden, die z. B. durch Fall in Glasscherben hervorgerufen werden, sind oberflächlicher. So wird der Ulnaris besonders leicht am Ellenbogen und am Handgelenk verletzt, der Medianus ebenfalls fast ausschließlich am Handgelenk, der Radialis liegt mehr in der Tiefe und ist nur durch tiefer reichende Verletzungen einer Schädigung ausgesetzt.

In 9 Fällen handelte es sich um Verletzungen durch Glassplitter, in 4 Fällen waren Frakturen, einmal eine Schuß-

verletzung mit Weichteilwunde und Abszeßbildung am Oberarm, einmal Schlag gegen den Oberarm, einmal ein Spritzenabszeß nach einer Neo-Salvarsan-Injektion, einmal eine ischämische Kontraktur nach Ulnafraktur, eine Kreissägenverletzung und ein Suicidversuch mit der Rasierklinge die Ursache der Verletzungen.

Die Zeitspanne zwischen der Läsion und dem operativen Eingriff betrug, abgesehen von den 2 Frischfällen, die sofort behandelt wurden, zwischen 2 Monaten und 1 Jahr 8 Monaten. In einem Fall erfolgte die Operation erst nach 15 Jahren.

Die Beobachtungszeit betrug bei den einzelnen Fällen zwischen 7 Monaten und 9 Jahren 4 Monaten. Die Fälle 11 und 16, bei denen seit der Operation kein Jahr vergangen war, lassen noch keine abschließende Beurteilung zu.

Das Alter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation zwischen dem 4. und 52. Lebensjahr.

Als Ergebnis waren zu verzeichnen 2 = 10,5 Proz. Heilungen, 8 = 42 Proz. wesentliche Besserungen, 4 = 21 Proz. geringere Besserungen und 5 = 26,5 Proz. Mißerfolge. Nachbehandelt wurden 10 Fälle mit Massage oder Elektrisieren, ein Fall wurde an einer anderen Klinik nachoperiert. Eine besondere Heilungsbegünstigung durch die Nachbehandlung ließ sich nicht beobachten. Desgleichen war kein merklicher Unterschied der Erfolge bei hoch- oder niedrigsitzenden Verletzungen des Nerven festzustellen. 5 Patienten mußten, wenngleich sich der Zustand durch die Operation gebessert hatte, ihren Beruf wechseln. Eine Beziehung zwischen dem Alter der Patienten und dem Heilerfolg war insofern zu erkennen, als die Operationen im 1. Lebensjahrzehnt sämtlich erfolgreich waren. Später waren die Erfolge mehr oder weniger günstig und alle Fälle, in denen ein Mißerfolg zu verzeichnen war, hatten das 40. Lebensjahr überschritten. Der Zeitraum, der seit der Verletzung bis zur Operation verstrichen war, spielte kaum eine Rolle. Zu welchem Zeitpunkt die Restitution einsetzte, war nur von 4 Patienten zu erfahren. In 2 Fällen trat die Besserung sofort nach der Operation, einmal nach Wochen und einmal, bei der Plexuslähmung, nach 19 Monaten ein.

Pathologisch-anatomisch fanden sich 12 = 63,2 Proz. totale, 1 = 5,2 Proz. partielle Kontinuitätstrennungen, in 6 Fällen = 31,6 Proz. narbige Degeneration des Nerven. Bei den totalen Kontinuitätstrennungen handelte es sich in einem Fall um eine totale Durchquetschung des Nerven. In 8 Fällen wurde ein zentrales, in einem Fall ein zentrales und ein peripheres Neurom festgestellt.

An operativen Maßnahmen wurde 18 mal die Nervennaht vorgenommen, wobei der Nerv, um eine spannungslose Vereinigung zu ermöglichen, in 3 Fällen verlagert wurde. Von diesen 3 Fällen gingen 2 (Nr. 2 und 7) in fast völlige Heilung aus, der 3. Fall (Nr. 6) wurde wesentlich gebessert. Einmal (Nr. 1) wurde das zentrale Ende mit kaum merklichem Erfolg in einen Schlitz am peripheren Stumpf eingepflanzt. Zweimal (Nr. 12 und 15) wurde die Vereinigung durch Gabelung der Stümpfe in Form einer Umkehranastomose ermöglicht. Beide Male konnte mit dieser Methode keinerlei Besserung erzielt werden. Bei 6 Fällen mußten gleichzeitig Sehnennähte vorgenommen werden. Im Anschluß an die Operation wurde die Extremität in rechtwinkliger Beugestellung des entsprechenden Gelenkes für 6 Wochen in einem Gipsverband ruhig gestellt.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß bei der Beurteilung der Heilerfolge im wesentlichen darauf geachtet wurde, ob die betroffenen Muskeln ihre Funktionsfähigkeit wiedererlangt haben, da diese schließlich für den Patienten in seiner Berufsausübung eine größere Rolle spielt als die Besserung der elektrischen Erregbarkeit, die nur das Vorhandensein regenerativer Prozesse anzeigt und vielleicht für die Beurteilung einer weiter fortschreitenden Restitution zu verwerten ist. Die von Foerster aufgestellte Forderung, nach der nur solche Fälle als geheilt zu betrachten sind, bei denen alle Muskeln ihre volle Funktionsfähigkeit wiedererlangt haben, geht u. E. zu weit, denn unter allen nachuntersuchten Fällen befand sich nicht ein einziger, bei dem sämtliche betroffenen Muskeln wieder völlig funktionstüchtig geworden wären. Bei einigen bedurfte es allerdings einer sehr eingehenden Untersuchung, um die geringen Restschäden aufzufinden.

Des weiteren konnten die Frischverletzungen, bei denen eine Prüfung der elektrischen Erregbarkeit nicht vorgenommen werden konnte, sowie die Fälle, bei denen eine solche in den Krankengeschichten nicht zu finden war, für eine Beurteilung des Heilerfolges hinsichtlich ihres elektrischen Verhaltens nicht ausgewertet werden.

Literatur-Verzeichnis.

1. Abbot, De Ray und Saunders: Injuris of the median nerve etc. (Surg. etc. 57, 507.)
2. Bethe: Zwei neue Methoden der Ueberbrückung größerer Nervenlücken. (Dtsch. med. Wschr. 1916, 1277.)
3. Bielschowsky und Unger: Die Ueberbrückung größerer Nervenlücken. (J. Psychol. u. Neur. 22, 267.)
4. Bumke und Foerster: Handbuch der Neurologie, Bd. IX.
5. Bunnell, Sterling: Opposition of the thumb. (J. Bone Surg. 20, 269.)
6. Eden: Spontane Wiedervereinigung durchtrennter Nerven im strömenden Blut und im leeren Gefäßrohr. (Arch. f. klin. Chir., Bd. 108.)
7. Eden und Rehn: Die autoplastische Fettransplantation zur Neurolysis und Tendolysis. (Arch. f. klin. Chir., Bd. 104.)
8. Edinger: Ueber die Vereinigung getrennter Nerven. (Münch. med. Wschr. 1916, I.)
9. Finkelnburg: Kriegsärztliche Abende in Bonn, 1915. (Med. Klin. 1915, I.)
10. Foerster: Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 1914—18.
    — s. Bumke und Foerster.
    — Münch. med. Wschr. 1917, S. 755.
11. Foramitti: Zur Technik der Nervennaht. (Arch. f. klin. Chir., Bd. 73.)
12. Franz, Carl: Lehrbuch der Kriegschirurgie.
13. Frazier: Zitiert nach Franz.
14. Gerulanos: Arch. f. klin. Chir. 107, H. 1.
15. Hezel: Med. Klin. 1914, II.
16. Hofmeister: Beitr. klin. Chir. 96, 329.
17. Ingebrigtsen: Regeneration von Achsenzylindern in vitro. (Münch. med. Wschr. 1913, 2265.)
18. Küttner: Chir. Kongr.Berichte 1931. (Arch. f. klin. Chir. Bd. 167.)
19. Lewandowsky: Berl. klin. Wschr. 1914, II.
20. Lexer: Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie.
21. Lotheisen: Zur Technik der Nerven- und Sehnennaht. (Arch. f. klin. Chir., Bd. 64.)
22. Marburg: Arb. neurol. Institut Wien 21, 462.
23. Nonne: Med. Klin. 1915, I.
24. Oppenheim: Berl. klin. Wschr. 1914, II, 1915, II.
25. Payr: Zur Technik der Blutgefäß- und Nervennaht. (Chir. Kongr. Verhandl. 1900, II.)
26. Spielmeyer: Ueber Regeneration peripherer Nerven. (Z. Neur. 36, 421 — Z. Neur. 29, 416 — Münch. med. Wschr. 1915, I.)
27. Stromeyer: Ueber Fernschädigung peripherer Nerven usw. (Dtsch. Z. Chir. 142, 279.)
28. Thoele: Beitr. klin. Chir. 98, 131.
29. Thorburne: Zitiert nach Franz.
30. Wexberg: s. Bumke und Foerster.
31. Wollenberg: Nervenverlagerung. (Zbl. f. Chir. 1916.)
32. Wrede: Ueberbrückung eines Nervendefektes mittels Seidennaht und lebenden Venenstückes. (Dtsch. med. Wschr. 1909, 1125.)

Lebenslauf.

Am 25. Mai 1908 wurde ich in Berlin als Sohn des damaligen Tierarztes und jetzigen Arztes Dr.med. et phil. Johannes Jost, em. a. o. Professor an der Universität Berlin, und seiner Ehefrau Theresa geboren.

Zu Ostern 1926 bestand ich am Städt. Luisengymnasium in Berlin die Reifeprüfung. Nach einsemestrigem Besuch der Handelshochschule Berlin begann ich das Studium der Medizin, studierte in Tübingen und Jena, wo ich im Oktober 1929 die Aerztliche Vorprüfung ablegte. Die klinischen Semester hörte ich in Berlin und beendete hier im August 1933 das Aerztliche Staatsexamen. Während des Praktischen Jahres war ich an der Johanniterheilanstalt Sorge bei Benneckenstein und im Krankenhaus Berlin-Nordend tätig.

Nach Beendigung des Praktischen Jahres wurde ich ärztlich-wissenschaftlicher Mitarbeiter in einem Unternehmen der pharmazeutischen Industrie.